

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра “Автоматизації хімічних виробництв”

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ
на тему: «Автоматизація нафтопереробки»

Виконав:
Саймон Каруга.
студент VI курсу, IXФ
група ЛА-61м

Керівник магістерської дисертації:

к. т. н., доцент Цапар В. С.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інженерно-хімічний факультет
(повна назва інституту/факультету)

Автоматизації хімічних виробництв
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 661.666.2

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Жученко А. І.
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(код і назва)

на тему: «Автоматизація нафтопереробки»

Виконав: студент VI курсу, групи ЛА-61м
(шифр групи)

_____ Саймон Каруга Нжінжу _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник к. т. н., доцент Цапар В. С. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент д.т.н., професор Панов Є. М. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Інженерно-хімічний факультет
(повна назва)

Кафедра Автоматизації хімічних виробництв
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність 151- Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Жученко А. І.
(підпис) (ініціали, прізвище)

«26» березня 2018 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Саймон Каруга Нжінжу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Автоматизація нафтопереробки»,
науковий керівник дисертації доц., к. т. н. Цапар В. С.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «21» березня 2018 р. №979-с

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження Технологічний процес нафтопереробки

4. Предмет дослідження Автоматизація нафтопереробки

5. Перелік завдань, які потрібно розробити Навести опис та схему технологічного процесу, розробити математичну модель, розробити та дослідити систему керування процесом

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу _____

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання 29 березня 2018р

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Опис виробництва	12.02.2018	
2	Розробка математичної моделі процесу	20.02.2018	
3	Розробка та дослідження системи керування процесом	21.04.2018	
4	Розробка стартап-проекту	01.05.2018	
5	Оформлення матеріалів до магістерської дисертації	12.05.2018	

Студент

(підпис)Саймон Каруга Нжінжу

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)Цапар В. С.

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація виконана на тему «Автоматизація Процесу Нафтопереробки», містить 79 сторінок пояснювальної записки, 29 ілюстрацій, 10 таблиць та 22 бібліографічних найменувань.

Метою проекту є створення системи керування технологічним процесом. Проведено дослідження процесу технологічного риформінгу з рухомим шаром каталізатора

Розроблені методи керування технологічним процесом можна використовувати для виробництв з подібною структурою.

Розроблено стартап-проект «Facing Mt. Kenya Mart - зручний магазин з газозаправною станцією».

Ключові терміни: ТРУБЧАТА ПІЧ, ПРЕС, АВТОМАТИЗАЦІЯ, КЕРУВАННЯ, ПАРАМЕТР, МОДЕЛЮВАННЯ, НЕЧІТКА ЛОГІКА , КАТАЛІТИЧНОГО РИФОРМІНГУ

ABSTRACT

The master's dissertation is performed on the theme "Automation of the Refining Process", contains 79 pages of the explanatory notes, 29 illustrations, 10 tables and 22 bibliographic titles.

The purpose of the project is to create a control system for the technological process. The process of technological reforming with a moving layer of a catalyst is conducted

The developed methods of control of the technological process can be used for industries with similar structure.

Start-up project "Facing Mt. Kenya Mart is a convenient store with a gas station. "

Key terms: TUBULAR FURNACE, AUTOMATION, CONTROL, PARAMETERS, , MODELING,, FUZZY LOGIC, CATALYTIC REFORMING

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. ПРОЦЕС РИФОРМІНГУ З РУХОМИМ ШАРОМ КАТАЛІЗАТОРА, ЯК ОБ’ЄКТ УПРАВЛІННЯ	15
1.1. Фізико-хімічні основи і технологія процесу	16
1.2. Основне обладнання	19
1.3. Управління якістю процесу	21
1.4. Постановка задачі автоматизації технологічного риформінгу з рухомим шаром катализатора	24
2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АПАРАТУ	26
2.1. Трубочата піч як технологічний об’єкт керування	26
2.2. Рівняння теплових балансів та їх лінеаризація	27
2.3. Передатні функції за каналами керування та збурення	31
2.4. Перехідні та імпульсні характеристики ТОК	32
3. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ	36
3.1. Порівняння існуючих схем автоматизації	36
3.2. Розробка схеми автоматизації	38
3.3. Розрахунок системи з ПІД-регуляторами	40
3.4. Обґрунтування та типові сценарії використання нечіткої логіки в системах керування	45
3.5. Розрахунок та дослідження системи керування температурним режимом у трубчастій печі з нечіткими регуляторами по відхиленню	48
4. СТВОРЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ	57
4.1. Опис ідеї стартап-проекту	57
4.2. Фінансовий огляд	58
4.3. Опис проекту спільного підприємства	58
4.4. Продукти та послуги	58
4.5. Основні сильні сторони та виклики	60
4.6. Стратегічні цілі та цілі	60
4.7. Місцезнаходження	60
4.8. Працівники	61
4.9. Постачальники	61
4.10. Тенденції розвитку промисловості	61
4.11. Опис загального ринку	62
4.12. Ринковий аналіз	63
4.13. Профіль клієнта	63
4.14. Конкуренція	64
4.15. Конкурентну перевагу	64

	8
4.16. Стратегія	65
4.17. Години експлуатації	65
4.18. Рекламні зусилля.....	65
4.19. Переваги проекту.....	66
ВИСНОВОК	73
ЛІТЕРАТУРА	74

ВСТУП

Наше сучасне технологічне суспільство дуже сильно залежить від викопного палива як важливого джерела енергії. Сирої нафти, що надходить із землі, мало використовується і повинна пройти серію процесів переробки, які перетворюють її на різні продукти - бензин для легкових автомобілів, мазути для нагріву, дизельне паливо для важкого транспорту, бітум для дорожнього покриття.

Важко уявити сучасну індустрію чи світ без використання нафтопродуктів. Майже кожна галузь потребує певної нафтової енергії в той чи інший спосіб.

Нафтопродукти з нафтохімічної промисловості мають велике значення в контексті сучасного бізнес-сценарію. Ці продукти отримані в процесі переробки сирої нафти, і не варто згадати, що вся процедура є досить великою. Ось чому на нафтохімічних та нафтопродуктах є висока ціна на ринку. На цій посаді я обговорюю важливість продуктів нафтохімії та їх використання в нашому повсякденному житті

Нафтопродукти в основному класифікуються на три групи, і вони переважно здійснюються на підставі їх хімічної структури. Категорії - це ароматичні речовини, олефіни та синтетичний газ.

- Ароматичні речовини - вони переважно використовуються для виробництва пластмас та синтетичних волокон, синтетичних миючих засобів тощо.

- Олефіни - їх використовують як основне джерело для приготування промислових хімікатів. Важливими компонентами є толуол, ксилоли та бензол.

- Синтетичний газ - синтетичні гази складаються з водню та монооксиду вуглецю, і вони, як правило, призначені для виробництва метанолу та аміаку.

Використання нафтохімічної продукції в нашому повсякденному житті:

Нафтопродукти мають багатогранні переваги, і вони також використовуються в різних галузях виробництва для виготовлення продукції.

1. Як мастильні матеріали для автомобільних і промислових цілей:

Найбільша частка нафтопродуктів переважно використовується для автомобільного та промислового секторів. Нафтохімічні продукти, такі як бензин, дизельне паливо та інші мастильні матеріали, користуються великим попитом на ринку. Зі зростанням кількості транспортних засобів, що використовуються у всьому світі, рівень споживання мазуту та бензину також зростає. Сверхфарфіновані нафтопродукти також використовуються в авіаційній промисловості та в різних галузях промисловості.

2. Використовується як харчова мастила:

Це ще одне важливе використання нафтохімічної продукції. Мастильні речовини з харчовими продуктами використовуються як непрямі харчові добавки. В основному вони використовуються для збереження якості харчових продуктів протягом тривалого часу. Це ще не є, смакові масла для харчових продуктів також використовуються на фармацевтичних, харчових заводах та в галузях напоїв. Вироби з вищезазначених галузей безпосередньо споживаються промисловості і, таким чином, залишається ніяких сумнівів в тому, що ці продукти мають велике значення.

3. Використовується В Продуктах Особистої Гігієни :

На сьогоднішній день першокласні косметичні компанії використовують продукцію нафтохімічної промисловості для виготовлення засобів особистої гігієни. Вони краще за все, продукти широко використовуються мільйонами клієнтів.

4. Використовується Для Виробництва Вазеліну:

Це також є одним з найважливіших звичаїв нафтохімічної продукції. Продукти з вазеліну широко використовуються людьми, і вони користуються великим попитом у холодних країнах, тому що вони мають здатність вилікувати холодні тріщини та пов'язані з ними проблеми.

Переваги Нафти Як Джерела Енергії

1. Його можна легко видобути.

Технології, які використовуються для видобутку нафти під поверхнею планети, добре розвинені. В даний час надзвичайно легко експлуатувати нафтові

родовища в різних геологічних умовах. Неважливо, чи будуть ці запаси видобувати під поверхнею океану або в регіонах з особливими кліматичними умовами.

Також не так складно виробляти нафту, хоча більшість дешевих місць вже вичерпані. Тепер воно видобуто з морських узбереж і паливно-піщинних пісків. Технологія нафтопереробних заводів також досягла свого зрілості, а це означає, що її перероблення на отримання цінних продуктів, таких як газ і дизель, також стало досить простим.

2. Він має високу щільність.

Середній 1 кілограм обпаленого масла може генерувати до 10 000 кілокалорій. Це означає, що для лише невеликої кількості нафта може генерувати значну кількість енергії.

3. Його можна видобути за низькою ціною.

Через те, що виробництво нафти вимагає зниження технічних і фізичних зусиль, він продається дешевше, ніж інші джерела енергії.

4. Його легко транспортувати.

Оскільки нафта знаходиться у рідкій формі, її легко транспортувати. Він може бути виведений з майданчиків видобутку на електростанції через труби або транспортні засоби. Окрім легкого транспортування, його також можна легко зберігати.

5. Наявний високоякісний інфраструктура для транспорту та використання.

Нафта широко поширюється практично у кожній частині земної кулі. Насправді існує масова інфраструктура для її транспортування через кораблі, трубопроводи та танкери.

6. Він має широкі області для застосування.

Окрім того, що первинне джерело енергії електростанцій забезпечує високі вимоги до енергії сучасного світу, він використовується для живлення машин усіх типів, включаючи важке обладнання, електрогенератори та транспортні засоби.

7. Це є найважливішим елементом у галузях.

Крім того, будучи важливим товаром для транспортування, нафта є критичним компонентом у багатьох галузях промисловості. Важко придумати інший продукт, який має таку величезну роль для створення інших продуктів, таких як вазелін, ліки та одяг.

8. Він може жити майже всі типи транспортних засобів.

Це явна перевага нафти. Незалежно від того, є вони дизелями або бензиновими транспортними засобами, вони можуть управлятися маслом. Використання нафти є корисним з точки зору задоволення нашої потреби швидко переміщатися з одного місця в інше.

9. Він може підтримувати постійне використання енергії.

На відміну від альтернативних джерел енергії, таких як сонячна енергія та вітер, нафта може виробляти електроенергію цілодобово і дуже надійний. Крім того, мастильні двигуни є технологією в зрілому стані і дуже надійні для роботи.

10 Це потужне джерело енергії.

Враховуючи автомобілі, вони можуть подорожувати довше і працювати швидше, коли вони працюють нафтою.

Недоліки нафти

1. Його ресурси обмежені.

Як і будь-яке інше природне паливо, нафта є обмеженим ресурсом.

Високі попиту на енергію в сучасному суспільстві підкреслюють традиційні джерела запасів нафти. Зниження пропозицій чітко вказується зростаючою вартістю нафти на ринку в ці дні. Зараз електростанціям важко видобути нафту, оскільки запаси майже посушливі.

Насправді, дослідження показують, що майже половина запасів нафти (що становить близько 2 трильйонів барелів) були використані, де залишилося лише 1 трильйон барелів.

Там можуть бути деякі інші джерела нафти на Землі, але експерти кажуть, що вони не можуть виробляти достатню кількість нафти, щоб підтримувати всі наші потреби.

2. Це сприяє забрудненню навколишнього середовища.

Видобування та спалювання нафти породжує парникові гази, які сприяють забрудненню навколишнього середовища та, як наслідок, глобальному потеплінню. Це означає, що деградація наших екосистем стане швидшою, якщо ми виберемо нафту як наше основне джерело енергії.

3. Він виробляє небезпечні речовини.

Виробництво нафти, особливо переробки, виробляє шкідливі та токсичні матеріали, у тому числі пластиків.

Зверніть увагу, що масло існує як суміш вуглеводнів із слідами сірки та інших сполук, які є елементами шкідливих газів, таких як окис вуглецю та пластмаси.

4. Це невідновлювана форма енергії.

Після спалення для отримання електроенергії, нафта не може бути замінена. Виснаження палива може наставати понаднормово і може призвести до їх обмеженої пропозиції.

Коли це трапляється і високі вимоги, витрати на нафту значно зростають, що призведе до економічних конфліктів між країнами. Таким чином, ми повинні знайти альтернативні енергетичні ресурси, тому резерви нафти можуть продовжувати постачати енергію протягом багатьох років.

5. Його транспорт може спричинити розлив нафти.

Якщо розлиття нафти в водоймах, очікується несприятливий вплив на морське життя.

Розлив спричиняє масове забруднення океану, що спричиняє загибель тисячі тварин і риб щороку. Як приклад, розлив нафти BP спричинив втрати мільярдів доларів.

6. Він підтримує зростання тероризму та насильства.

Сказано правду, нафта пробурена в деяких з найгірших диктатур у світі. Нафтові гроші йдуть безпосередньо в руки деспотів, які накопичують трильйони доларів. Це породжує насильство та зростання тероризму, оскільки нафтові гроші якимось чином використовуються для фінансування терористичних

організацій. Крім цього, цей потужний баланс грошей також зумів придушити голоси протестів.

Незважаючи на численні переваги, зроблені нафтою, досі не можна заперечувати, що це також призводить до несприятливих наслідків.

Отже, ми повинні бути в курсі цих факторів і приймати їх як нагадування, що нафту потрібно використовувати мудро.

Складність і висока швидкість протікання технологічних процесів у хімічній промисловості, їх чутливість до порушень режиму, а також підвищені вибухо- та пожежонебезпечність і шкідливість умов роботи спричинюють підвищену увагу до питань автоматизації хіміко-технологічних процесів.

Автоматичний контроль та керування технологічними процесами забезпечують високу якість продукції, раціональне використання сировини та енергії, подовження термінів міжремонтного пробігу устаткування, зменшення чисельності технічного персоналу.

Сучасний етап розвитку промислового виробництва характеризується переходом до використання передових технологій, прагненням домогтися гранично високих експлуатаційних характеристик, як діючого, так і проектного устаткування, необхідністю звести до мінімуму будь-які виробничі втрати. Все це можливо тільки при впровадженні систем автоматизації промислового обладнання шляхом застосування сучасних методів моделювання на основі обчислювальної техніки.

1. ПРОЦЕС РИФОРМІНГУ З РУХОМИМ ШАРОМ КАТАЛІЗАТОРА, ЯК ОБ'ЄКТ УПРАВЛІННЯ

Риформінг здійснюється за трьома основними етапами.

Крок 1 – Розділення

Масло розділяється на складові його перегонкою, і деякі з цих компонентів (такий як нафтогазовий завод) далі розділяються хімічними реакціями та використанням розчинники, які розчиняють один компонент суміші значно краще, ніж інший.

Крок 2 – Конвертація.

Отримані різні вуглеводні потім хімічно модифіковані, щоб зробити їх більше придатні для їхнього призначення. Наприклад, нафти "реформуються" з парафінів і нафтену в ароматичні речовини. Ці реакції часто використовують катализ, і, отже, сірка віддаляється від вуглеводнів, перш ніж вони реагують, оскільки це "отрує" катализатори використаний Хімічна рівновага також маніпулюється для забезпечення максимального виходу бажаний продукт.

Крок 3 – Очищення.

Газоподібний сірководень, який витягується з нафтопереробного газу на етапі 1, перетворюється до сірки, яка продається рідким способом виробникам добрив.

Процес каталітичного риформінгу бензинових фракцій (риформінгу бензинів) є одним з найважливіших процесів сучасної нафтопереробної і нафтохімічної промисловості. Процес риформінгу призначений для виробництва високооктанових компонентів автомобільних бензинів і для виробництва легких ароматичних вуглеводнів - бензолу, толуолу і ксилолів.

Дуже важливим продуктом процесу риформінгу є водневмісний газ з високим вмістом водню, який використовується для гідроочищення широкого асортименту нафтових фракцій, для процесу гідрокрекінгу важких нафтових фракцій і інших гідрогенізаційних процесів.

В даний час важко знайти завод, технологія переробки нафти на якому не передбачала б каталітичного риформінгу.

Розвиток процесу каталітичного риформінгу було обумовлено тривалою тенденцією зростання октанових чисел товарних бензинів на тлі поступової відмови від використання тетраетилсвинцю, як октанопідвищуючої добавки, а також зростанням попиту на ароматичні вуглеводні.

Таким чином, каталітичний риформінг міцно зайняв місце базового процесу сучасної нафтопереробки.

При розробці пристроїв керування, спрямованих на забезпечення якості роботи промислових установок риформінгу, існує проблема синтезу їх ефективних параметрів, яку може вирішити система автоматизації цих пристроїв.

Риформінг з рухомим шаром каталізатора застосовується для отримання високоякісних автомобільних бензинів, ароматизованого концентрату для виробництва індивідуальних вуглеводнів і технічного водню.

1.1. Фізико-хімічні основи і технологія процесу

Процес каталітичного риформінгу є складним хімічним процесом. Це обумовлено, перш за все, хімічним складом вихідної сировини процесу - різноманітних бензинових фракцій. До складу так званої широкої фракції бензину входить більше 150 вуглеводнів. Це вуглеводні трьох основних груп: парафінові вуглеводні, нафтеніві вуглеводні і ароматичні вуглеводні, які зазвичай представлені бензолом, толуолом, ксилолом і незначною кількістю важчих алкілбензолів.

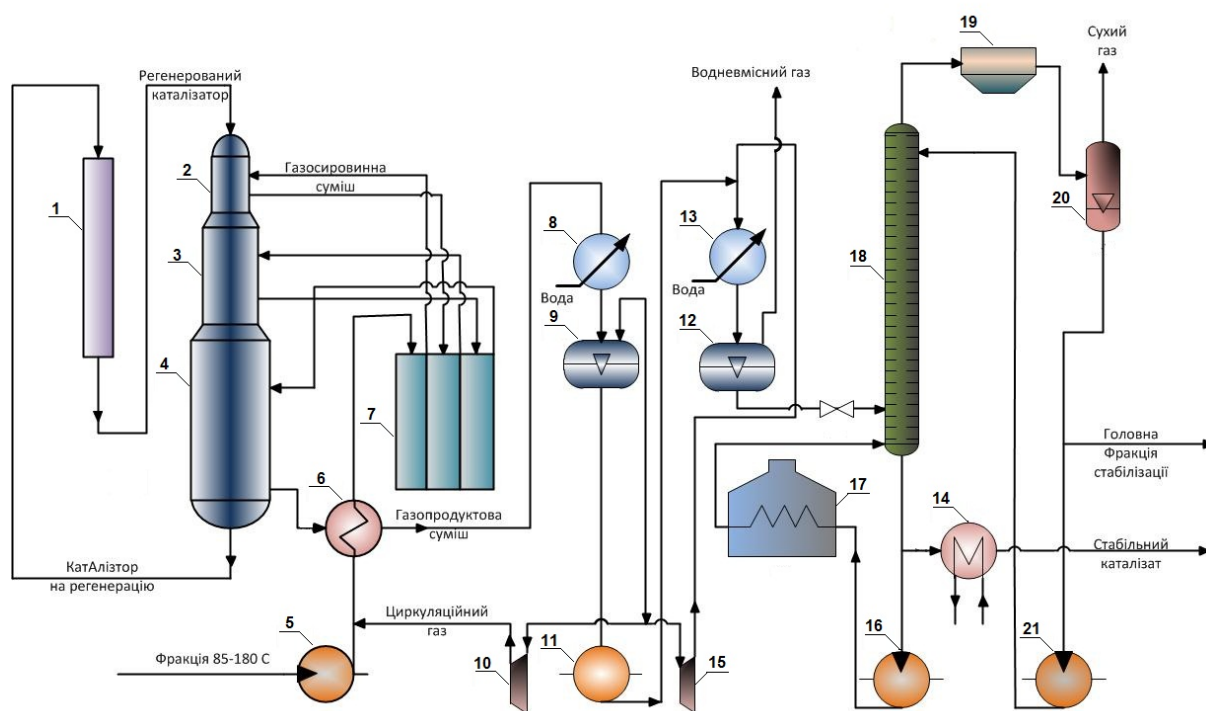


Рис. 1.1. Технологічна схема риформінгу з рухомим шаром каталізатора

1 – секція регенерації; 2, 3, 4 – реактори платформінгу; 6, 14 – теплообмінники; 7- багатосекційна піч; 8, 13 – холодильники; 9, 12 – газосепаратори тиску; 5, 11, 16, 21 – насоси; 10, 15 – компресори; 17 – трубчатa піч; 18 – стабілізаційна колона; 19 - апарат повітряного охолодження; 20 – газосепаратор

Для проходження процесу платформінгу з рухомим каталізатором, який циркулює між реактором і регенератором, три реактори, виконані у вигляді одного колонного апарата різного діаметра по висоті, розташовують один над одним. Каталізатор з першого (верхнього) реактора переміщується в другий, а з другого в третій. З нижнього реактора каталізатор транспортується в регенератор.

Сировина насосом 5 подається в продуктивний теплообмінник 6, заздалегідь змішуючись із циркуляційним водневмісним газом, а відтак надходить у змійовик першої секції багатосекційної печі 7. Нагріта до 520 °С газосировинна суміш водиться в реактор 2.

Проміжне підігрівання реакційної суміші відбувається в зміювиках наступних секцій печі 7. Продукти реакції після виходу з реактора 4 переходять через систему регенерації тепла (теплообмінник 6 і водяний холодильник 8).

На відміну від звичайних схем розділення рідкої та газової фаз відбуваються в газосепараторі 9 низького тиску (1 МПа). Газ з апарата 9 компримується компресором 15 до тиску 1,5 МПа, змішується з рідкою фазою, подаваною насосом 11, після чого суміш охолоджується в холодильнику 13 і розділяється в газосепараторі високого тиску 12. Така, обумовлена низьким тиском у рекреаційній зоні, послідовність сепарації зменшує винесення бензину з водневмісним газом і підвищує вміст водню у газі.

У колоні 18 відбувається стабілізація каталізатору. Головна фракція стабілізації після охолодження та конденсації в апараті 19 відокремлюється в газосепараторі 20 від сухого газу і подається насосом 21 на зрошення стабілізатора 18, а балансова кількість виводиться з установки. Для підведення тепла в нижню частину стабілізаційної колони 18 служить трубчаста піч 17. Нижній продукт колони 18, стабільний каталізатор, виводиться з установки через апарат 14.

Зі споду реактора 4 вся маса відпрацьованого каталізатора транспортується в секцію регенерації 1, де й відбувається послідовне випалювання коксу, оксихлорування (для розукрупнення кристалітів платини) і додавання хлоридів (промоторів). Регенований каталізатор після охолодження подається у верхню частину реактора 2.

Як використовуваний транспортувальний газ водень відновлює каталізатор після перебування його в окисному середовищі регенератора. Систему регенерацій у разі потреби можна відключити від реактора без порушення режиму роботи установки.

1.2. Основне обладнання

Реактори каталітичного риформінгу з радіальним рухом потоку - застосовуються на більшості установках. Основна конструктивна відмінність їх полягає в тому, що в реакційних апаратах даного типу газосировинна суміш проходить через шар каталізатора в радіальному напрямку, тобто від периферії до центру. Таке конструктивне рішення дозволяє в кілька разів знизити втрати тиску в потоці. Реактор з радіальним введенням бажано використовувати тільки в тому випадку, коли сировина знаходиться або в рідкому, або в парогазовому стані.

Матеріали для виготовлення корпусу і вузлів реактора вибираються виходячи з умов експлуатації установки, характеристик сировини, а також можливої зміни механічних властивостей цих матеріалів при проведенні процесу під впливом температури, тиску і середовища.

Стабілізаційна колона являє собою вертикальний апараті корпусом різного діаметру, заповнений барботажними тарілками, виконаний зі сталі.

Габарити колони, число тарілок, кратність зрошення визначаються відповідними технологічними розрахунками.

Як барботажні тарілки в колонах на діючих заводах застосовуються жолоби, S-вигнуті, клапанні, сітчаті. Така різноманітність тарілок пояснюється розробкою нових їх модифікацій, більш ефективних, що забезпечують оптимальні умови роботи колон.

В даний час широко використовуються клапанні тарілки. При інтенсифікації установок на діючих заводах замінюють існуючі тарілки на клапанні.

Стабілізаційна колона працює зі значним коливанням складу і кількості сировини.

Сировина в колону подається в парорідкому стані. Конструкція вузла введення повинна бути виконана таким чином, щоб забезпечувалася хороша сепарація фаз і рівномірний розподіл пари по перерізу колони.

Компресори та насоси. Циркуяційний компресор риформінгу – центробіжного типу. Тиск збоку всмоктування – 1,3 МПа, збоку нагнітання – 2,2 МПа.

Для водневмісного газу застосовується поршневий компресор з регульованою продуктивністю. Продуктивність компресора регулюється віджимними клапанами. Тиск збоку всмоктування – 1,3 МПа, збоку нагнітання – 4,6 МПа.

Для перекачки нестабільного каталізату застосовують герметичні насоси. Перекачка масла для обслуговування компресорів відбувається насосми шестерного типу.

Всі насоси обладнуються одинарними чи подвійними торцевими ущільненнями та комплектуються електродвигунами у вибухозахищеному виконанні.

Трубчасті печі є апаратом, призначеним для передачі тепла, що виділяється при спалюванні палива, безпосередньо в цьому ж апараті.

Трубчасті печі широко поширені в нафтопереробній та нафтохімічній промисловостях, вони є складовою частиною багатьох установок і застосовуються в різних технологічних процесах, таких як перегонка нафти, мазуту, каталітичний крекінг і риформінг, гідроочищення, очищення олій і ін.

Трубчасті печі отримали широке розповсюдження завдяки наступним своїм особливостям. Їх робота ґрунтується на принципі одноразового випаровування, що забезпечує або більш глибокий відгін при даній кінцевій температурі нагрівання сировини, або заданий відгін при більш низькій температурі нагріву. Вони володіють високою тепловою ефективністю, оскільки на додаток до основної частини тепла, яка передається випромінюванням, істотна частина передається конвекцією внаслідок порівняно високій швидкості руху димових газів.

Крім цього, трубчасті печі є компактними апаратами, їхній коефіцієнт корисної дії високий, вони можуть забезпечувати високу теплову потужність.

Тривалість перебування нагрітої сировини в зоні високих температур не перевищує декількох хвилин, що зменшує можливість її розкладання і коксовідкладення в трубах, внаслідок чого при необхідності сировину можна нагрівати до більш високої температури. Печі зручні в експлуатації, дозволяють здійснювати автоматизацію.

1.3. Управління якістю процесу

На підставі здійсненого аналізу особливостей технологічного процесу риформінгу з рухомим шаром каталізатора слід передбачити автоматичний контроль таких параметрів:

- тиску в реакторах платформінгу;
- температури на вході в холодильник;
- температури нагрівника;
- тиску стабілізаційної суміші;
- витрати сухого газу;
- витрати головної фракції стабілізації;
- витрати стабільного каталізату;

а також технологічну сигналізацію таких параметрів:

- температури гарячої фракції в трубопроводі;
- концентрації каталізатора на вході в реактор платформінгу;
- температури газосировинної суміші на вході в реактор 2;
- тиску в газосепараторі низького тиску;
- тиску в газосепараторі високого тиску;

Результати повного аналізу наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Параметри контролю та регулювання виробництва

№ п/п	Найменування стадії процесу (технологічний об'єкт), місце зміру параметра	Найменування параметра, що контролюється чи регулюється	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до схеми автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	2	3	4	5
1	Гаряча фракція, трубопровід	Температура	85...180 °C	Контроль, сигналізація
2	Гаряча фракція, трубопровід	Витрата	-	Контроль, сигналізація, регулювання
1	2	3	4	5
3	Каталізатор з газосировинною сумішшю, реактор платформінгу 2, 3, 4	Тиск	-	Контроль
4	Каталізатор, трубопровід	Концентрація	0,3...0,7%	Контроль, сигналізація
5	Газосировинна суміш на вході в реактор 2	Температура	510...520 °C	Контроль, сигналізація
6	Нагрівник , трубопровід	Температура	-	Контроль, регулювання
7	Стабільний каталізатор, трубопровід на виході з трубчатої печі	Температура	280 °C	Контроль, регулювання
8	Димові гази	Температура	-	Контроль
9	Газ, трубопровід	витрата	0,0441 кг/с	Контроль, регулювання
10	Повітря, трубопровід	Витрата	-	Контроль, регулювання

11	Стабільний каталізат, трубопровід	Температура	-	Контроль
12	Головна фракція стабілізації, трубопровід	Витрата	-	Контроль, регулювання
13	Стабільний каталізат, трубопровід	Витрата	-	Контроль, регулювання

Для проходження процесу платформінгу з рухомим каталізатором, який циркулює між реактором і регенератором, три реактори, виконані у вигляді одного колонного апарата різного діаметра по висоті, розташовують один над одним. Каталізатор з першого (верхнього) реактора переміщується в другий, а з другого в третій. З нижнього реактора каталізатор транспортується в регенератор.

Сировина насосом 5 подається в продуктивний теплообмінник 6, заздалегідь змішуючись із циркуляційним водневмісним газом, а відтак надходить у змішувач першої секції багатосекційної печі 7. Нагріта до 520 °C газосировинна суміш водиться в реактор 2.

Проміжне підігрівання реакційної суміші відбувається в змішувачах наступних секцій печі 7. Продукти реакції після виходу з реактора 4 переходять через систему регенерації тепла (теплообмінник 6 і водяний холодильник 8).

На відміну від звичайних схем розділення рідкої та газової фаз відбуваються в газосепараторі 9 низького тиску (1 МПа). Газ з апарата 9 компримується компресором 15 до тиску 1,5 МПа, змішується з рідкою фазою, подаваною насосом 11, після чого суміш охолоджується в холодильнику 13 і розділяється в газосепараторі високого тиску 12. Така, обумовлена низьким тиском у рекреаційній зоні, послідовність сепарації зменшує винесення бензину з водневмісним газом і підвищує вміст водню у газі.

Водневмісний газ компресором 10 подається в блок гідроочищення сировини (на схемі не показано) і на циркуляцію у вузол змішування із сировиною платформінгу перед теплообмінником 6. Балансова кількість водневмісного газу виводиться з установки.

У колоні 18 відбувається стабілізація каталізату. Головна фракція стабілізації після охолодження та конденсації в апараті 19 відокремлюється в газосепараторі 20 від сухого газу і подається насосом 21 на зрошення стабілізатора 18, а балансова кількість виводиться з установки. Для підведення тепла в нижню частину стабілізаційної колони 18 служить трубчаста піч 17. Нижній продукт колони 18, стабільний каталізат, виводиться з установки через апарат 14.

Зі споду реактора 4 вся маса відпрацьованого каталізатора транспортується в секцію регенерації 1, де й відбувається послідовне випалювання коксу, оксихлорування (для розукрупнення кристалітів платини) і додавання хлоридів (промоторів). Регенований каталізатор після охолодження подається у верхню частину реактора 2.

Як використовуваний транспортувальний газ водень відновлює каталізатор після перебування його в окисному середовищі регенератора. Систему регенерацій у разі потреби можна відключити від реактора без порушення режиму роботи установки.

1.4. Постановка задачі автоматизації технологічного риформінгу з рухомим шаром каталізатора

До задач автоматизації технологічного процесу риформінгу з рухомим шаром каталізатора належать:

- стабілізація заданих режимів технологічного процесу шляхом вимірювання значень технологічних параметрів, їх обробки, візуального представлення, і видачі керуючих впливів в режимі реально часу на виконавчі механізми, як в автоматичному режимі, так і в результаті дій технолога-оператора;

- аналіз стану технологічного, виявлення передаварійних ситуацій та запобігання аварій шляхом перемикання технологічних вузлів у безпечний стан, як в автоматичному режимі, так і за ініціативою оперативного персоналу;
- забезпечення адміністративно-технічного персоналу виробництва необхідною інформацією з технологічного процесу риформінгу з рухомим шаром каталізаторі для вирішення завдань контролю, обліку, аналізу, планування та управління виробничою діяльністю.

2. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АПАРАТУ

2.1. Трубчатая піч як технологічний об'єкт керування

Одна з основних стадій процесу – стабілізація каталізатору - відділення розчинених в ньому газоподібних вуглеводнів.

Для правильного проходження цього процесу важливим є підтримання температури на заданому рівні. Для підігріву нижньої частини стабілізаційної колони використовується трубчаста піч.

Піч призначена для нагріву вуглеводневої сировини теплоносієм, а також для нагріву і здійснення хімічних реакцій за рахунок тепла виділеного при спалюванні палива безпосередньо в цьому апараті. Трубчасті печі використовуються при необхідності нагріву середовища (вуглеводнів) до температур вищих, ніж ті, яких можна досягти за допомогою пари, тобто приблизно понад 230°C .

Для забезпечення функціонування було синтезовано відповідну систему керування. Використання математичної моделі процесу є основою сучасних комп'ютерних систем керування.

Розглянемо вхідні потоки трубчастої печі. У вхідні трубопроводи потрапляють стабільний каталізатор та димові гази.

Побудуємо рохрахункову схему печі.

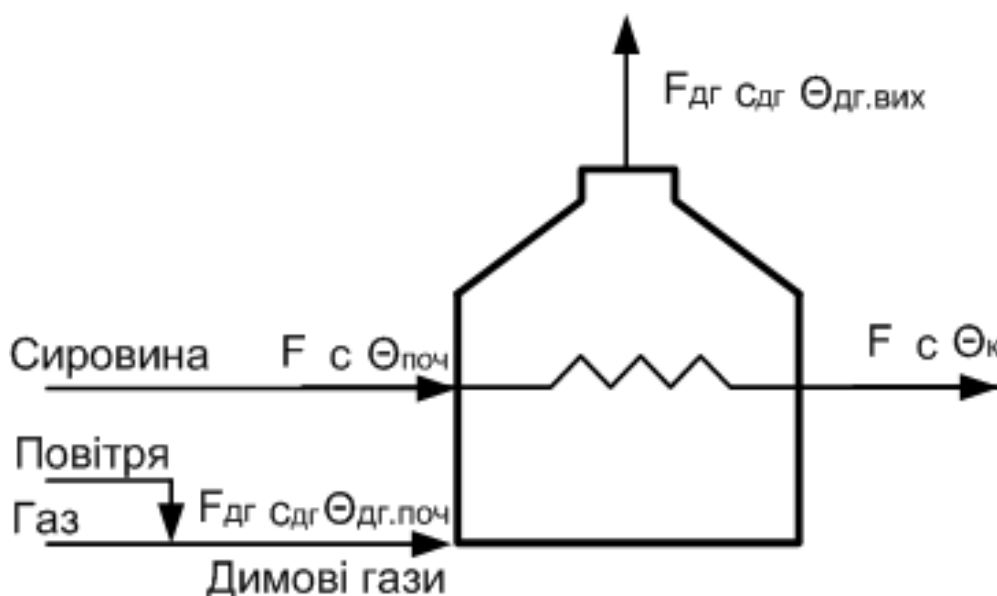


Рис. 2.1. Схема трубчастої печі

Параметр Θ_k ми можемо регулювати витратою димових газів, оскільки на виході ми маємо отримати необхідне нам значення температури Θ_k .

Аналізуючи дану схему, та опис процесу, маємо такі висновки: Θ_k – регульована величина, Θ_p – збурення, $F_{дг}$ – керуюча дія. $\Theta_{дг.вих}$ – змінна величина, решта - константи.

2.2. Рівняння теплових балансів та їх лінеаризація

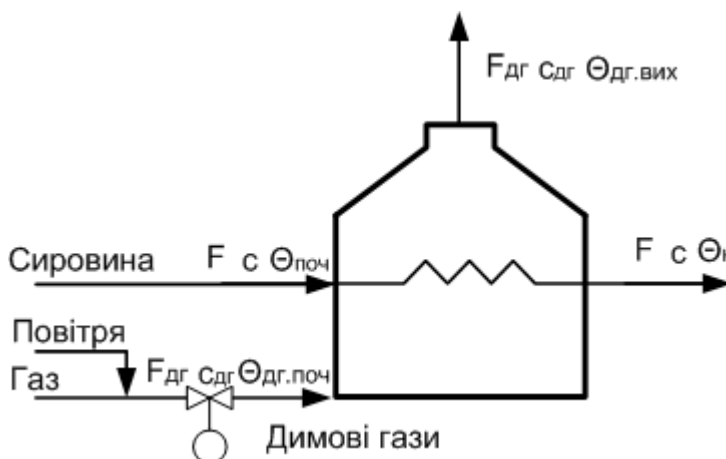


Рис. 2.2. Розрахункова схема трубчастої печі

На схемі трубчастої печі позначені наступні технологічні параметри:

F – витрата стабільного каталізатору, кг/с;

$F_{дг}$ – витрата суміші димових газів, кг/с;

C – питома теплоємність нафти, кДж/(кг °С);

$C_{дг}$ – питома теплоємність димових газів, кДж/(кг °С);

$\Theta_{п_оч}$ – температура нафти на вході у піч, °С;

Θ_k – температура нафти на виході з печі, °С;

$\Theta_{дг.п_оч}$ – температура димових газів на вході у піч, °С;

$\Theta_{дг.вих}$ – температура димових газів на виході з печі, °С;

При моделюванні статичного та динамічного режимів трубчастої печі робимо такі припущення:

- знехтуємо втратою тепла в навколишнє середовище;
- кумуляцією тепла в стінках знехтуємо через невелику товщину стінок.

	Назва параметру	Позначення	Одиниці вимірювання	Значення
1	Температура стабільного каталізатору на вході у піч	$\Theta_{\text{поч}}$	К	250
2	Температура стабільного каталізатору на виході з печі	$\Theta_{\text{к}}$	К	365
3	Витрата стабільного каталізатору	F	кг/с	97
4	Витрата суміші димових газів	$F_{\text{дг}}$	кг/с	0,0441
5	Густина нафти	ρ	Кг/м ³	850
6	Густина димових газів	ρ	Кг/м ³	1,52
7	Довжина змійовика	L	м	70
8	Довжина камери	L _к	м	20,5
9	Ширина камери	B	м	36
10	Висота камери	H	м	70
11	Діаметр труб	d _{тр}	м	0,14

Основним регульованим параметром приймемо температуру стабільного каталізатору на виході з трубчатої печі, оскільки вона значно впливає на перебіг процесу в подальшому, а перевищення чи зниження його допустимого значення може призвести до небажаних наслідків.

Значний вплив на температуру стабільного каталізатору має витрата димових газів, що подається для нагрівання – вона і буде керуючою дією

Так як стабільний каталізатор в трубчаті піч надходить з попереднього процесу – регулювати її температуру немає можливості, тому початкова температура сировини буде збуренням.

$$\theta_k = f(F_{\text{дг}}, \theta_{\text{п}}, \theta_{\text{дг.вих}})$$

Тепловий баланс по сировині:

$$Fc\theta_{\text{п}} + \sigma(\theta_{\text{дг.вих}}^4 - \theta_k^4) - Fc\theta_k = V_{\text{тр}}\rho c \frac{d\theta_k}{dt}$$

Де $V_{\text{тр}}$ - об'єм нафти, ρ – густина нафти, σ – стала Стефана-Больцмана

$$\sigma = 5,215 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}^4}$$

Тепловий баланс по димових газах:

$$F_{\text{дг}}c_{\text{дг}}\theta_{\text{дг.п}} - \sigma(\theta_{\text{дг.п}}^4 - \theta_k^4) - F_{\text{дг}}c_{\text{дг}}\theta_{\text{дг.вих}} = V_{\text{дг}}\rho_{\text{дг}}c_{\text{дг}} \frac{d\theta_{\text{дг.вих}}}{dt}$$

Де $V_{\text{дг}}$ - об'єм димових газів, $\rho_{\text{дг}}$ – густина димових газів.

$$\theta_k = f(F_{\text{дг}}, \theta_{\text{п}}, \theta_{\text{дг.вих}})$$

Запишемо перетворення Лапласа в нульових початкових умовах

$$\Delta\theta_k = \left. \frac{\partial f}{\partial F_{\text{дг}}} \right|_0 \Delta F_{\text{дг}} + \left. \frac{\partial f}{\partial \theta_{\text{п}}} \right|_0 \Delta\theta_{\text{п}} + \left. \frac{\partial f}{\partial \theta_{\text{дг.вих}}} \right|_0 \Delta\theta_{\text{дг.вих}}$$

Для лінеаризації зробимо перетворення за Лапласом $\Delta F_{\text{дг}} = F_{\text{дг}}(p)$, $\Delta\theta_k = \theta_k(p)$, $\Delta\theta_{\text{п}} = \theta_{\text{п}}(p)$, $\Delta\theta_{\text{дг.вих}} = \theta_{\text{дг.вих}}(p)$.

З рівняння теплового балансу по сировині, частинні похідні матимуть наступний вигляд:

$$\frac{\partial f}{\partial \theta_k} = -4\sigma\theta_k^3 - Fc$$

$$\frac{\partial f}{\partial F_{\text{дг}}} = 0$$

$$\frac{\partial f}{\partial \theta_{\text{п}}} = Fc$$

$$\frac{\partial f}{\partial \theta_{\text{дг.вих}}} = 4\sigma\theta_{\text{дг.вих}}^3$$

З рівняння теплового балансу по димових газах, частинні похідні матимуть наступний вигляд:

$$\frac{\partial f}{\partial \theta_{\text{к}}} = 4\sigma\theta_{\text{к}}^3$$

$$\frac{\partial f}{\partial F_{\text{дг}}} = c_{\text{дг}}(\theta_{\text{дг.п}} - \theta_{\text{дг.вих}})$$

$$\frac{\partial f}{\partial \theta_{\text{п}}} = 0$$

$$\frac{\partial f}{\partial \theta_{\text{дг.вих}}} = -F_{\text{дг}}c_{\text{дг}}$$

Лінеаризоване рівняння рівняння теплового балансу по сировині:

$$(-4\sigma\theta_{\text{к}}^3 - Fc)\theta_{\text{к}}(p) + Fc\theta_{\text{п}}(p) + 4\sigma\theta_{\text{дг.вих}}^3\theta_{\text{дг.вих}}(p) = V_{\text{тр}}\rho c\theta_{\text{к}}(p) \cdot p$$

Лінеаризоване рівняння рівняння теплового балансу по димових газах:

$$4\sigma\theta_{\text{к}}^3\theta_{\text{к}}(p) + c_{\text{дг}}(\theta_{\text{дг.п}} - \theta_{\text{дг.вих}})F_{\text{дг}}(p) - F_{\text{дг}}c_{\text{дг}}\theta_{\text{дг.вих}}(p) = V_{\text{дг}}\rho_{\text{дг}}c_{\text{дг}}\theta_{\text{дг.вих}}(p) \cdot p$$

Виразимо $\theta_{\text{дг.вих}}(p)$ з лінеаризованого рівняння теплового балансу по сировині:

$$\theta_{\text{дг.вих}}(p) = \frac{V_{\text{тр}}\rho c\theta_{\text{к}}(p) \cdot p - (-4\sigma\theta_{\text{к}}^3 - Fc)\theta_{\text{к}}(p) - Fc\theta_{\text{п}}(p)}{4\sigma\theta_{\text{дг.вих}}^3}$$

Підставимо $\theta_{\text{дг.вих}}(p)$ в лінеаризоване рівняння теплового балансу по димових газах

$$\begin{aligned} & 4\sigma\theta_{\text{к}}^3\theta_{\text{к}}(p) + c_{\text{дг}}(\theta_{\text{дг.п}} - \theta_{\text{дг.вих}})F_{\text{дг}}(p) \\ & - F_{\text{дг}}c_{\text{дг}} \frac{V_{\text{тр}}\rho c\theta_{\text{к}}(p) \cdot p - (-4\sigma\theta_{\text{к}}^3 - Fc)\theta_{\text{к}}(p) - Fc\theta_{\text{п}}(p)}{4\sigma\theta_{\text{дг.вих}}^3} \\ & = V_{\text{дг}}\rho_{\text{дг}}c_{\text{дг}} \frac{V_{\text{тр}}\rho c\theta_{\text{к}}(p) \cdot p - (-4\sigma\theta_{\text{к}}^3 - Fc)\theta_{\text{к}}(p) - Fc\theta_{\text{п}}(p)}{4\sigma\theta_{\text{дг.вих}}^3} \cdot p \end{aligned}$$

Зведемо спільні множники при $\theta_k(p)$, $F_{дг}(p)$, $\theta_{п}(p)$. При чому запишемо доданки при $\theta_k(p)$ у лівій частині, а при $F_{дг}(p)$, $\theta_{п}(p)$ у правій.

$$\begin{aligned} & \frac{V_{дг}\rho_{дг}c_{дг}V_{тр}\rho c}{4\sigma\theta_{дг.вих}^3}\theta_k(p) \cdot p^2 + \frac{V_{дг}\rho_{дг}c_{дг}V_{тр}\rho c + V_{дг}\rho_{дг}c_{дг}(4\sigma\theta_k^3 + Fc)}{4\sigma\theta_{дг.вих}^3}\theta_k(p) \cdot p \\ & + \frac{F_{дг}c_{дг}(4\sigma\theta_k^3 + Fc) - 4\sigma\theta_k^3 4\sigma\theta_{дг.вих}^3}{4\sigma\theta_{дг.вих}^3}\theta_k(p) \\ & = c_{дг}(\theta_{дг.п} - \theta_{дг.вих})F_{дг}(p) + (V_{дг}\rho_{дг}c_{дг}Fc \cdot p + \frac{F_{дг}c_{дг}Fc\theta_{п}}{4\sigma\theta_{дг.вих}^3})\theta_{п}(p) \end{aligned}$$

Позначимо коефіцієнти:

$$\begin{aligned} \frac{V_{дг}\rho_{дг}c_{дг}V_{тр}\rho c}{4\sigma\theta_{дг.вих}^3} &= K_{p2} \\ \frac{V_{дг}\rho_{дг}c_{дг}V_{тр}\rho c + V_{дг}\rho_{дг}c_{дг}(4\sigma\theta_k^3 + Fc)}{4\sigma\theta_{дг.вих}^3} &= K_{p1} \\ \frac{F_{дг}c_{дг}(4\sigma\theta_k^3 + Fc) - 4\sigma\theta_k^3 4\sigma\theta_{дг.вих}^3}{4\sigma\theta_{дг.вих}^3} &= K \\ c_{дг}(\theta_{дг.п} - \theta_{дг.вих}) &= K_{ker}^* \\ V_{дг}\rho_{дг}c_{дг}Fc &= K_{zb.p1}^* \\ \frac{F_{дг}c_{дг}Fc\theta_{п}}{4\sigma\theta_{дг.вих}^3} &= K_{zb}^* \end{aligned}$$

Отримаємо

$$K_{p2}\theta_k(p) \cdot p^2 + K_{p1}\theta_k(p) \cdot p + K\theta_k(p) = K_{ker}^*F_{дг}(p) + (K_{zb.p1}^* \cdot p + K_{zb}^*)\theta_{п}(p)$$

Поділимо обидві частини на коефіцієнт при $\theta_k(p)$ та винесемо $\theta_k(p)$ за дужки

$$(\frac{K_{p2}}{K} \cdot p^2 + \frac{K_{p1}}{K} \cdot p + 1)\theta_k(p) = \frac{K_{ker}^*}{K} F_{дг}(p) + (\frac{K_{zb.p1}^*}{K} \cdot p + \frac{K_{zb}^*}{K})\theta_{п}(p)$$

2.3. Передатні функції за каналами керування та збурення

Позначимо: $\frac{K_{p2}}{K} = T_2, \frac{K_{p1}}{K} = T_1, \frac{K_{ker}^*}{K} = K_{ker}, \frac{K_{zb.p1}^*}{K} = K_{zb.p1}, \frac{K_{zb}^*}{K} = K_{zb}.$

Запишемо передатну функцію по каналу керування

$$W_{F_{\text{дг}}} = \frac{K_{\text{ker}}}{T_2 p^2 + T_1 p + 1}$$

Запишемо передатну функцію по каналу збурення

$$W_{\theta_{\text{п}}} = \frac{K_{\text{zb.p1}} p + K_{\text{zb}}}{T_2 p^2 + T_1 p + 1}$$

Порахувавши всі коефіцієнти отримаємо:

$$W_{F_{\text{дг}}} = \frac{5.6}{11.675 p^2 + 2757 p + 1}$$

$$W_{\theta_{\text{п}}} = \frac{3087 p + 1}{11.675 p^2 + 2757 p + 1}$$

2.4. Перехідні та імпульсні характеристики ТОК

Для побудови перехідних та імпульсних характеристик у MATLAB задаємо передатні функції у формі `tf` (Transfer function). Об'єкт класу `tf` характеризується векторами коефіцієнтів чисельника і знаменника раціональної передавальної функції.

$$W0 = \text{tf}([5.6], [11.675 \ 2757 \ 1]), \quad Wz = \text{tf}([3087 \ 1], [11.675 \ 2757 \ 1])$$

Будуємо перехідну характеристику за каналом керування

$$\text{step}(W0)$$

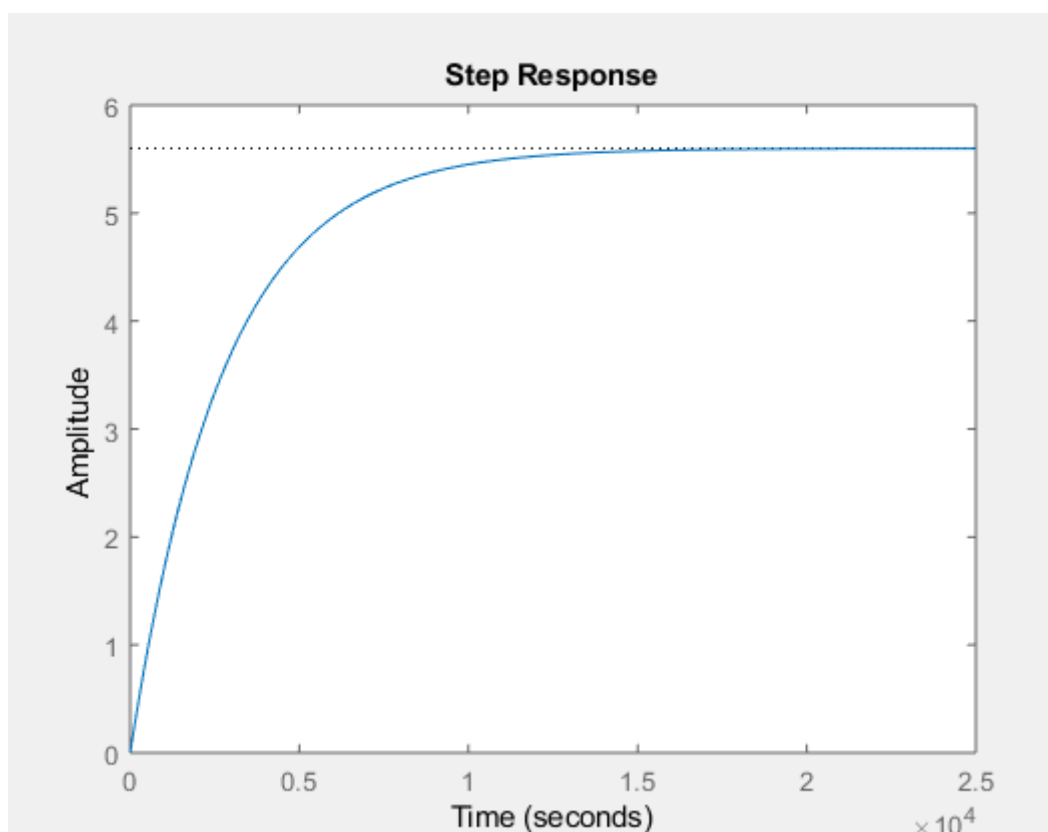


Рис.2.3. Перехідна характеристика за каналом керування

Будуємо перехідну характеристику за каналом збурення
 $step(Wz)$

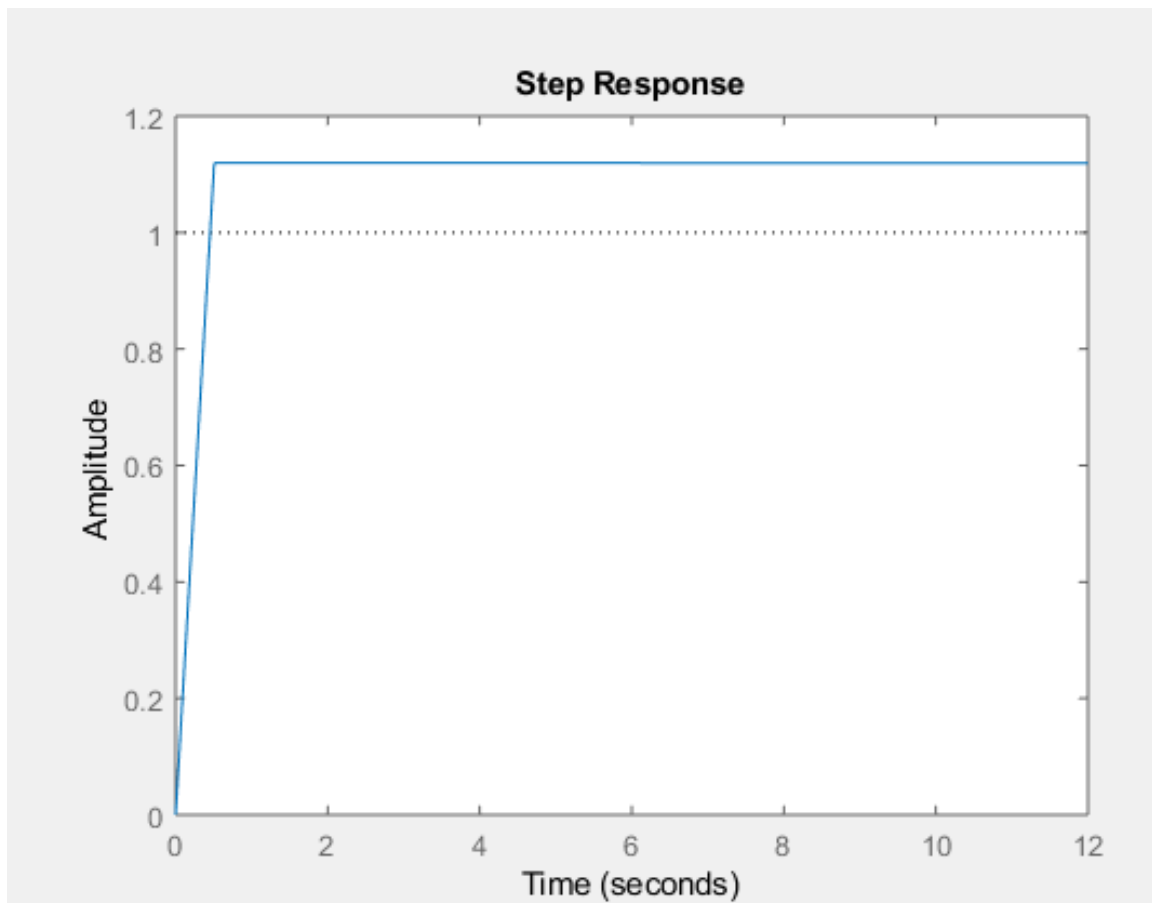


Рис. 2.4. Перехідна характеристика за каналом збурення

Побудуємо імпульсні характеристики за каналами керування та збурення.

Імпульсною характеристикою системи називається її реакція на одиничний імпульс мінімальної тривалості та максимальної (нескінченної) амплітуди.

$impulse(W0)$

$impulse(Wz)$

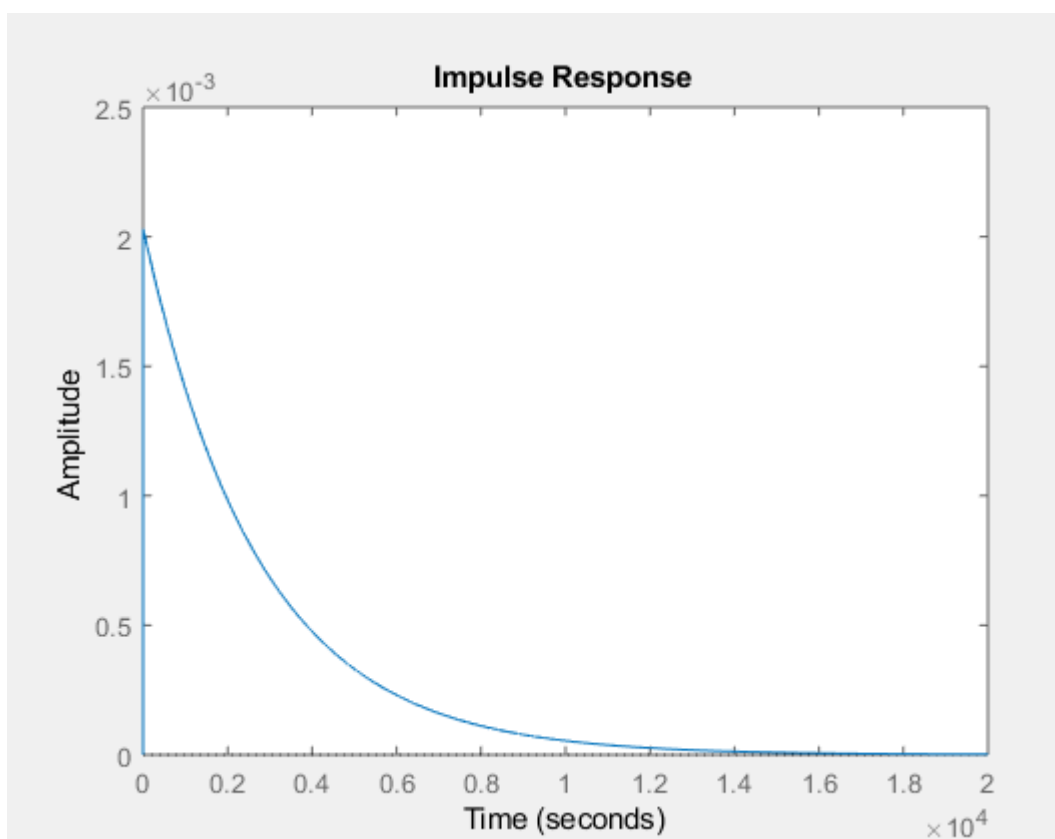


Рис. 2.5. Імпульсна характеристика за каналом керування

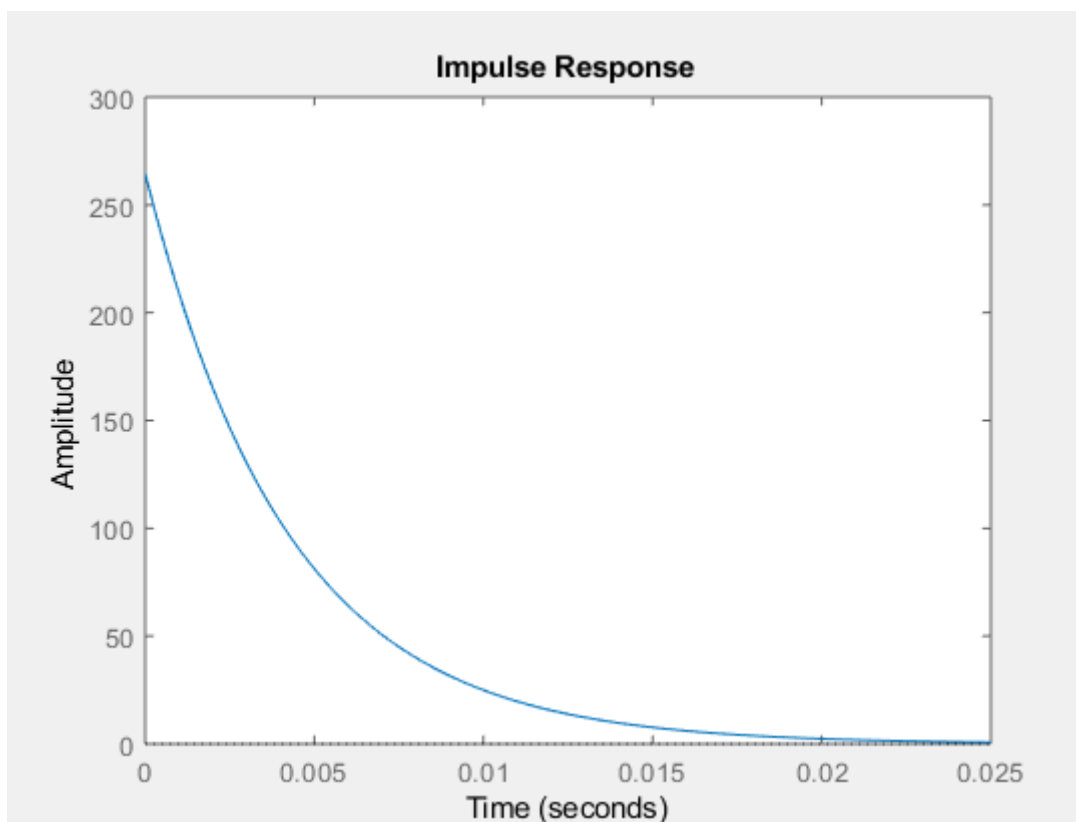


Рис. 2.6. Імпульсна характеристика за каналом збурення.

3. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ

3.1. Порівняння існуючих схем автоматизації

Трубчаста піч є складним об'єктом автоматизації. Метою регулювання трубчастої печі є підтримання температури продукту на виході при наявності великої кількості збурюючих впливів, багато з яких не контролювані. Крім того трубчаста піч є інерційним об'єктом з запізненням по основних каналах регулювання. Тому завдання вибору інформаційного параметра з управління, швидко реагує на зміну режиму роботи печі, і розробка системи автоматичного регулювання, яка б компенсувала основні обурення, є актуальною. Дослідження способів побудови САУ температурою на виході трубчастої печі проводиться на прикладі нагріву нафтової емульсії, яка протікає по змійовику трубчастої печі і нагрівається за рахунок тепла, що утворюється при спалюванні паливного газу і повітря. З великої кількості факторів, що впливають на температуру виходу нафтової емульсії можна виділити подачу паливного газу і нафтової емульсії. подача нафтової емульсії, а так само її температура є основними джерелами збурень, а подача паливного газу і повітря - керуючими впливами. Температуру повітря і паливного газу можна вважати постійними.

Завдання управління включають в себе: стабілізацію подачі сировини; стабілізацію температури сировини на виході; регулювання процесу горіння з метою максимального виділення тепла. З огляду на велику інерціальність об'єкта управління доцільно ввести попереджувальні параметр управління - температуру димових газів на вході.

Продукт, що подається через змійовик трубчастої печі, нагрівається за рахунок тепла, що утворюється при спалюванні паливного газу. Збуреннями об'єкта можуть бути:

1. Витрата і температура вихідного продукту.
2. Теплотворна здатність палива.
3. Кількість і температура повітря, що подається для спалювання палива.
4. Втрати тепла в навколишнє середовище.

Ці збурення можна компенсувати за допомогою АСР температури продукту на виході з печі, що управляє подачею палива в піч

Також істотне поліпшення якості регулювання температури продукту на виході з печі може бути досягнуто застосуванням каскадної схеми регулювання (рис. 3.1.1), що складається з регулятора температури продукту на виході з печі (коригувальний регулятор), що впливає на завдання регулятора температури газів над перевальною стінкою (стабілізуючий регулятор), який управляє подачею палива в піч. Стабілізуючий регулятор починає компенсувати виникаючі збурення, що впливають на процес згоряння палива перш, ніж вони призведуть до зміни температури продукту.

При різкій зміні перевантаження печі по витраті нагрівається продукту і при наявності збурення по витраті палива використовують також вище описану схему каскадного регулювання, стабілізуючий регулятор якої впливає на регулятор співвідношення витрат продукту і палива. У цьому випадку регулятор співвідношення управляє подачею палива в піч (рис. 3.1.).

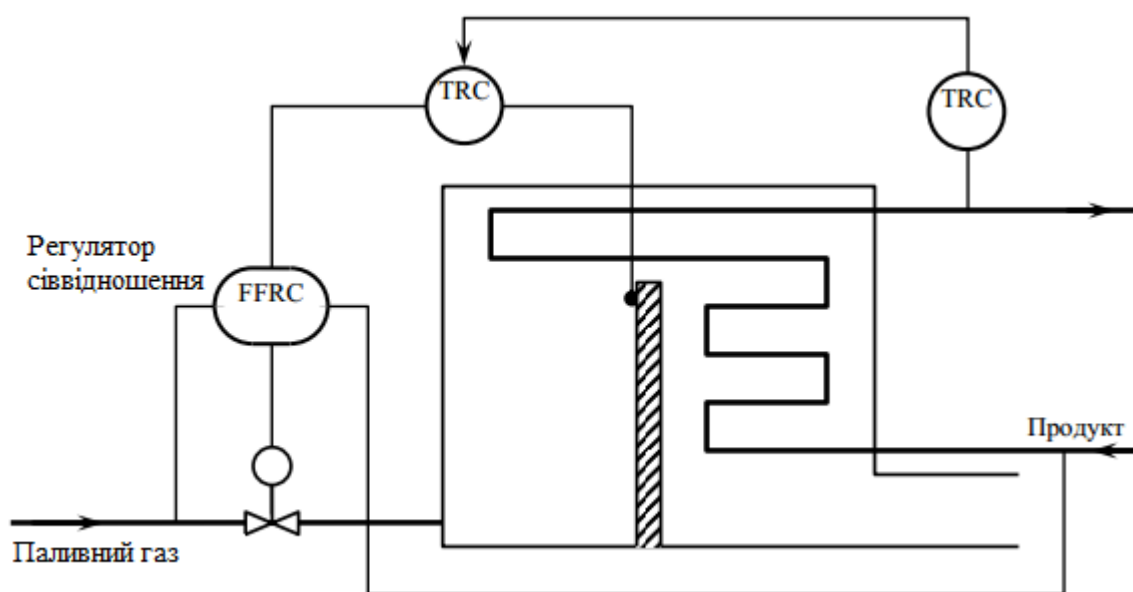


Рис. 3.1. Схема зв'язаного регулювання трубчатою піччю

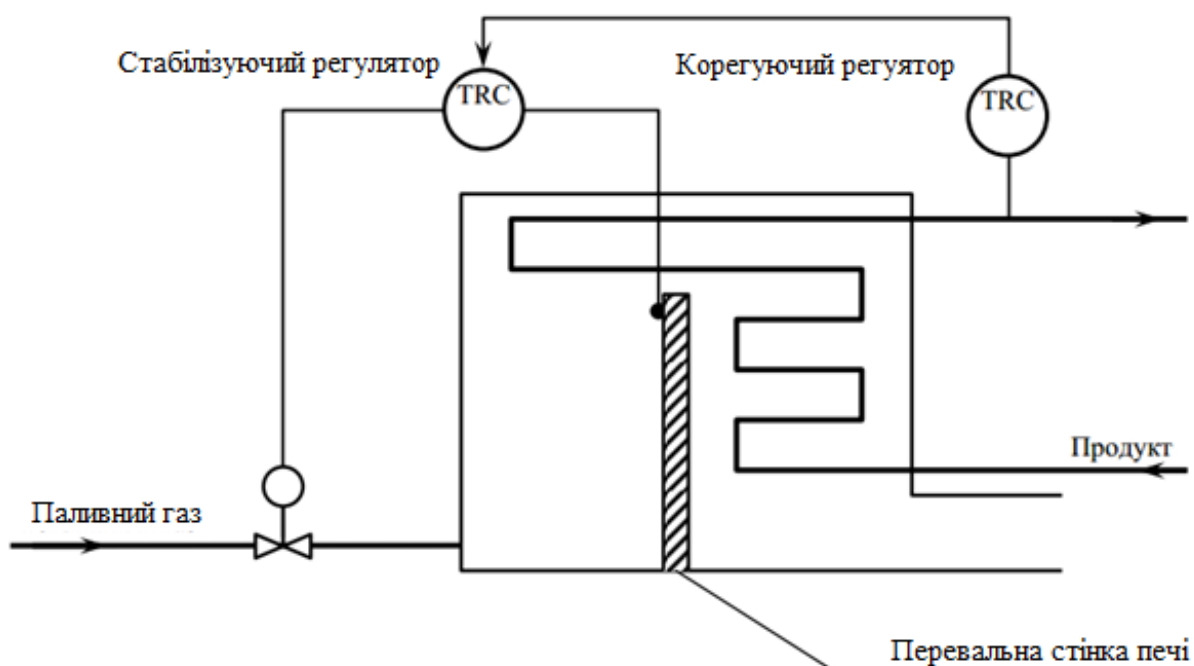


Рис. 3.2. Каскадна схема регулювання трубчатою піччю з регулятором співвідношення газ - продукт

3.2. Розробка схеми автоматизації

Підведення тепла в низ стабілізаційної колони здійснюється циркуляцією частини стабільного каталізатору через трубчатую піч під нижню тарілку колони. Для забезпечення стабільного протікання цього процесу було запропоновано схему автоматичного регулювання температури на виході з печі шляхом зміни кількості палива, що спалюється. Для підтримки нормального режиму горіння здійснюють автоматичне регулювання співвідношення кількості газу та повітря, що подаються в піч на спалювання.

При регулюванні співвідношення паливний газ - повітря необхідно забезпечити заходи безпеки, так як при нестачі повітря в топці може утворитися вибухонебезпечна суміш. У зв'язку з цим слід передбачити обмеження витрати палива так, щоб ця витрата ніколи не перевищувала максимально допустимого значення, що відповідає поточному значенню витрати повітря. При зменшенні витрати повітря потрібно обов'язково автоматично зменшувати подачу палива в топку.

Розроблена схема автоматизації (рис. 3.3.) забезпечує проведення процесу підігрівання стабілізаційної колони на заданому технологічному рівні, що у свою чергу забезпечує отримання готової продукції високої якості.

Нижченаведена схема використана, як частина автоматизації процесу платформінгу з рухомим шаром каталізатора.

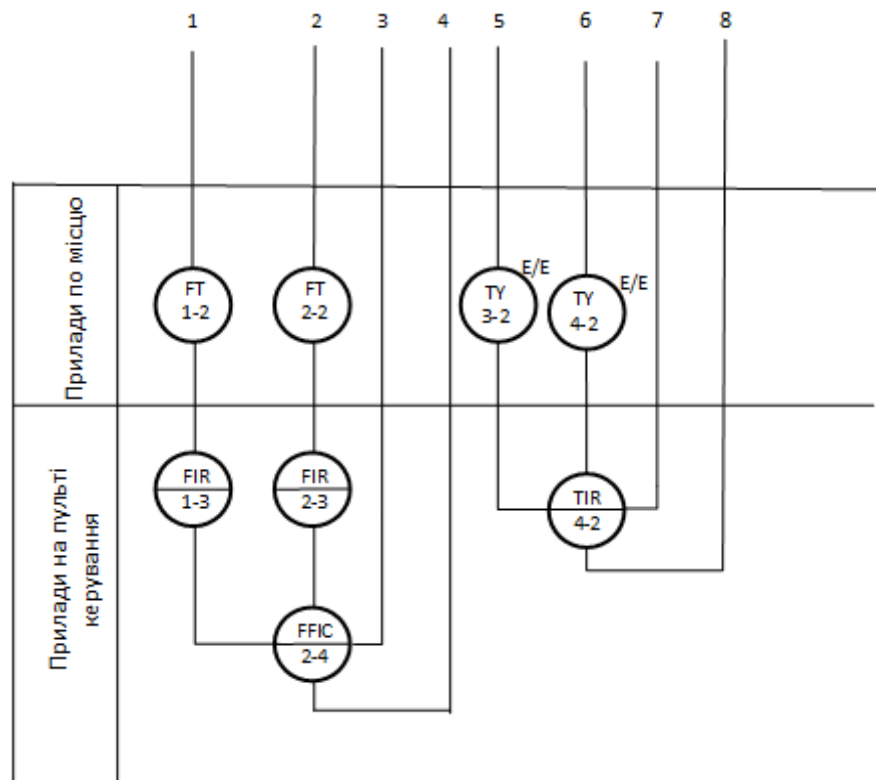
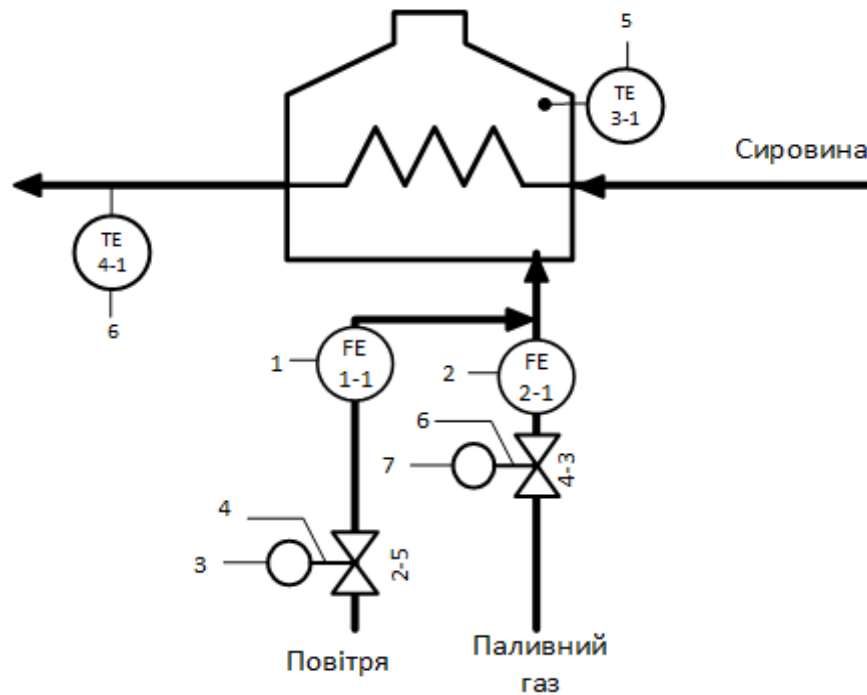


Рис. 3.3. Схема автоматизації трубчатої печі

Дана схема автоматизації, зображена на рис. 3.3, задовільняє технологічні вимоги ведення процесу і складається з таких контурів:

- контур 1 забезпечує контроль витрати та подачу потоку повітря для спалювання;
- контур 2 забезпечує контроль витрати бензину та співвідношення з потоком повітря;
- контур 3 забезпечує роботу контуру корекції по температурі димових газів над перевальною стінкою;
- контур 4 забезпечує контроль температури топочних газів на вході в стабілізаційну колону та регуляцію температури подачею газу.

3.3. Розрахунок системи з ПІД-регуляторами

Система керування з ПІД-регулятором включає в себе передатну функцію об'єкта, вбудований блоки ПІД-регулятора, задавач, блок виведення результату, суматор. Систему зображено на рисунку нижче.

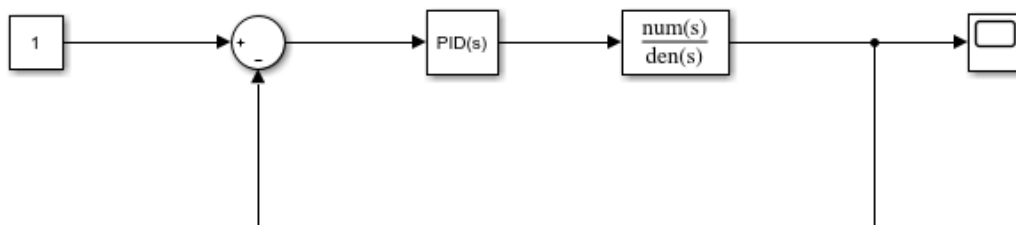
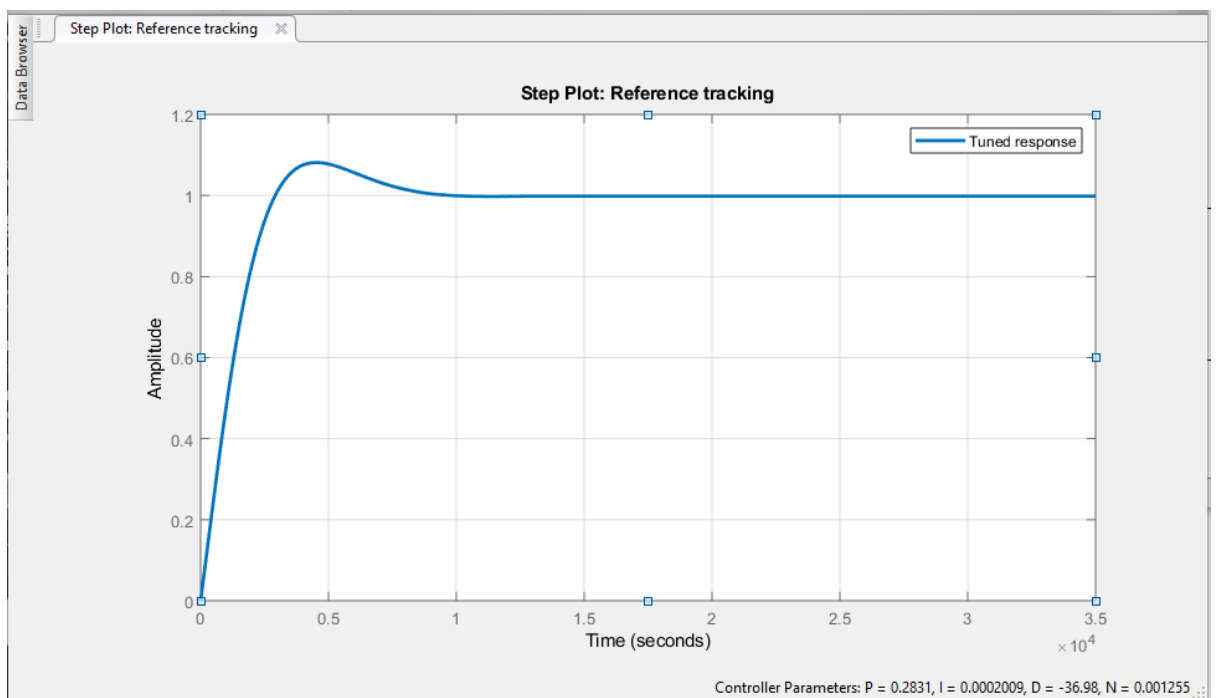
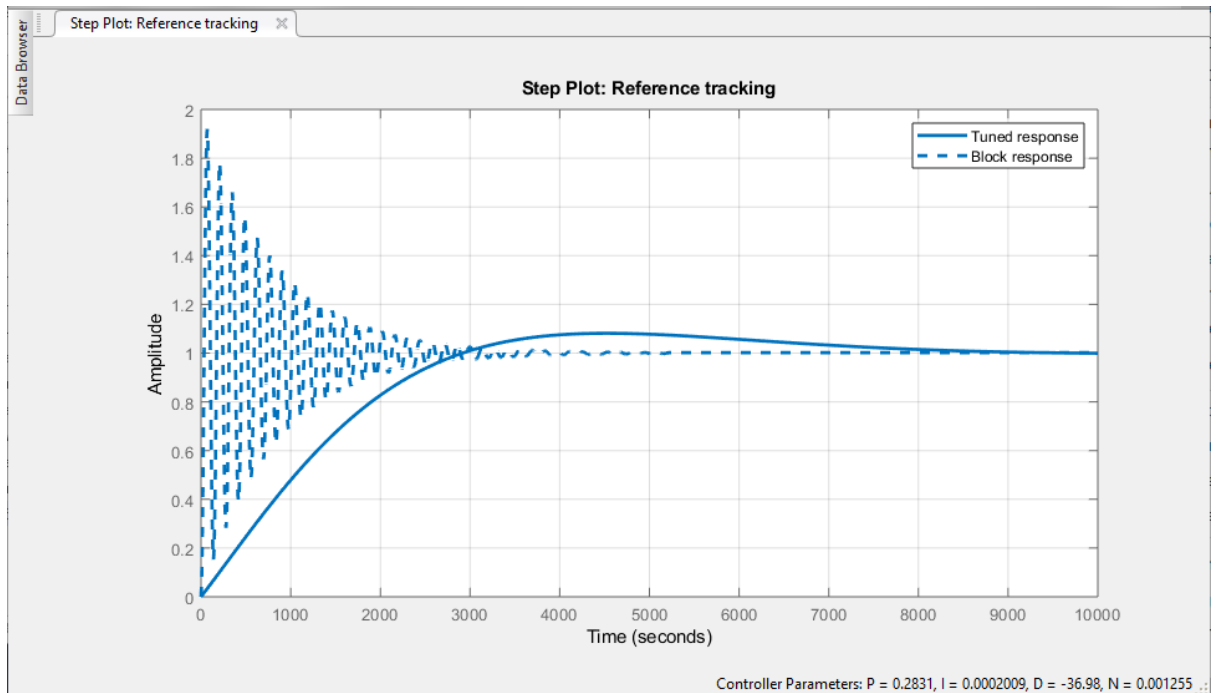


Рис. 3.4. Схема АСР з ПІД-регулятором в *Simulink*

У ПІД-регуляторі використовується кілька різних коефіцієнтів. Інтегральна складова в ПІД-регуляторі забезпечує нульову помилку в сталому режимі, диференціальна – покращує форму перехідної характеристики і збільшує запас стійкості.

Налаштування коефіцієнтів ПІД-регулятора відбувається вбудованими засобами *Matlab*, а саме завдяки *PID Tuning Toolbox*. Даний інструмент

автоматично підбирає коефіцієнти обраного типу регулятора, будує перехідну характеристику та показує критерії якості. Результати наведені нижче.



Controller Parameters		
	Tuned	Block
P	0.28306	1
I	0.00020086	1
D	-36.9836	0
N	0.0012553	100
Performance and Robustness		
	Tuned	Block
Rise time	2.11e+03 seconds	23.4 seconds
Settling time	7.67e+03 seconds	3.28e+03 seconds
Overshoot	8.14 %	92 %
Peak	1.08	1.92
Gain margin	Inf dB @ Inf rad/s	Inf dB @ Inf rad/s
Phase margin	69 deg @ 0.00073 rad/s	3.03 deg @ 0.0451 rad/s
Closed-loop stability	Stable	Stable

б)

Рис. 3.5. Результат роботи *PID Tuning Toolbox* : а) Перехідна характеристика ПІД-регулятора б) виведені коефіцієнти регулятора та критерії якості

При налаштуванні коефіцієнтів важливим є питання якості управління. Вибір критерію якості регулювання залежить від мети, для якої використовується регулятор. Такою метою може бути:

- підтримання постійного значення параметра (наприклад, температури);

- стеження за зміною уставки або програмне управління;

Для тієї чи іншої задачі найбільш важливими можуть бути такі чинники:

чинники:

- форма відгуку на зовнішнє збурення (час встановлення, перерегулювання, коефіцієнт загасання та ін.);

- форма відгуку на шуми вимірювань;

- форма відгуку на сигнал уставки;

- вимоги до економії енергії в керованій системі;

- мінімум шумів вимірювань та ін.

Для порівняння якості систем керування в даному дипломному проєкті будуть використані такі критерії якості в часовій області:

- e_{\max} – максимум помилки регулювання і момент часу T_{\max} , при якому помилка досягає цього максимуму;
- час встановлення T_s з заданою похибкою e_s (час, після закінчення якого похибка регулювання не перевищує заданого значення). Зазвичай $= 1\%$, рідше $- 2\%, 5\%$.
- перерегулювання

Точність роботи у перехідних режимах визначається сукупністю окремих миттєвих значень помилки $\delta(t)$. З метою стандартизації показників якості у цьому випадку прийнято використовувати перехідні характеристики за каналом завдання $h_y(t)$ при подачі на відповідні входи типових сигналів вигляду $1(t)$, які в узагальненому вигляді характеризують значення $\delta(t)$.

Показники якості, залежно від способу їхнього визначення, розділяють на прямі і непрямі.

При загальній оцінці якості, насамперед, звертають увагу на форму перехідного процесу. Розрізняють наступні типи перехідних процесів: коливальні; аперіодичні; монотонні.

До основних показників характеристики $h(t)$ відносяться перерегулювання σ та час регулювання t_p .

Перерегулювання σ визначають максимальним відхиленням керованої величини від її сталого значення $h(\infty)$, вираженим в % до $h(\infty)$:

$$\sigma = \frac{h_{\max} - h(\infty)}{h(\infty)} 100\%$$

Час регулювання t_p – час, після закінчення якого відхилення характеристики $h(t)$ від сталого значення $h(\infty)$ стає і залишається менше зони нечутливості системи $\delta = (0.01 \div 0.05)h(\infty)$. Цей показник характеризує швидкість протікання перехідного процесу. Визначення критеріїв якості регулювання в часовій області показане на рис. 3.10.

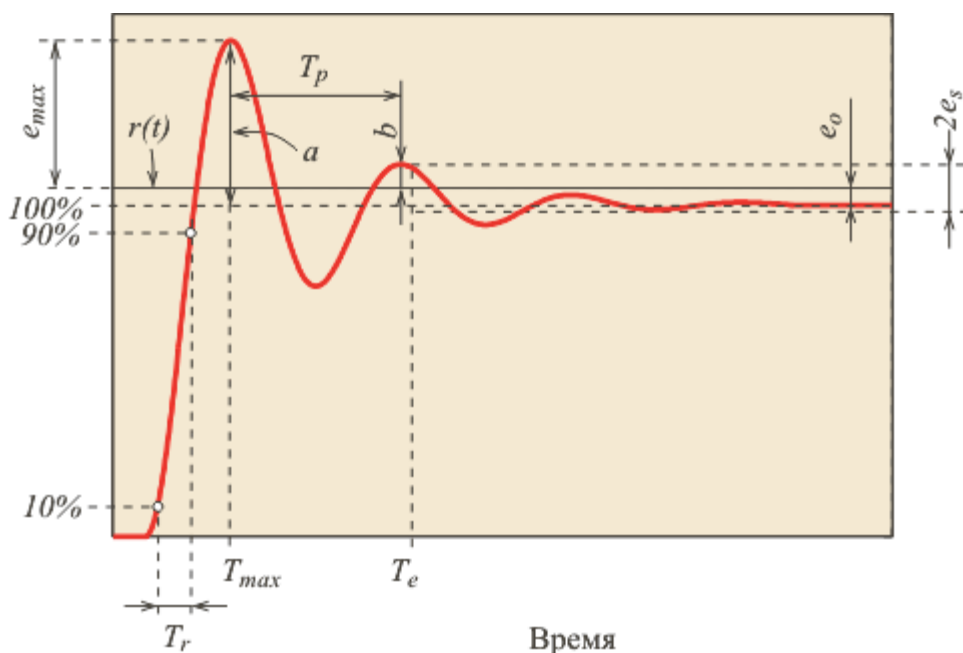


Рис. 3.6. Критерії якості регулювання в часовій області

Також для отримання кількісних характеристик якості керування використано інтегральний показник:

$$I = \int_0^{\infty} \varepsilon^2 dt$$

де ε – помилка між заданим та поточним значенням керованої величини. Для розрахунку показника дані (масив часу, і масиви ординат перехідних характеристик) компонента «Scope» (рис. 3.6.) були збережені в робочу область *Matlab* з подальшою числовою обробкою. Враховуючи дискретний характер даних, показник був замінений на формулу:

$$I = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (500 - y_i)^2,$$

де N – кількість точок вимірювання, y_i – поточне значення величини в i -й точці.

Графік перехідного процесу трубчастої печі побудованої системи з ПД-регулятором наведений на рис. 3.7.

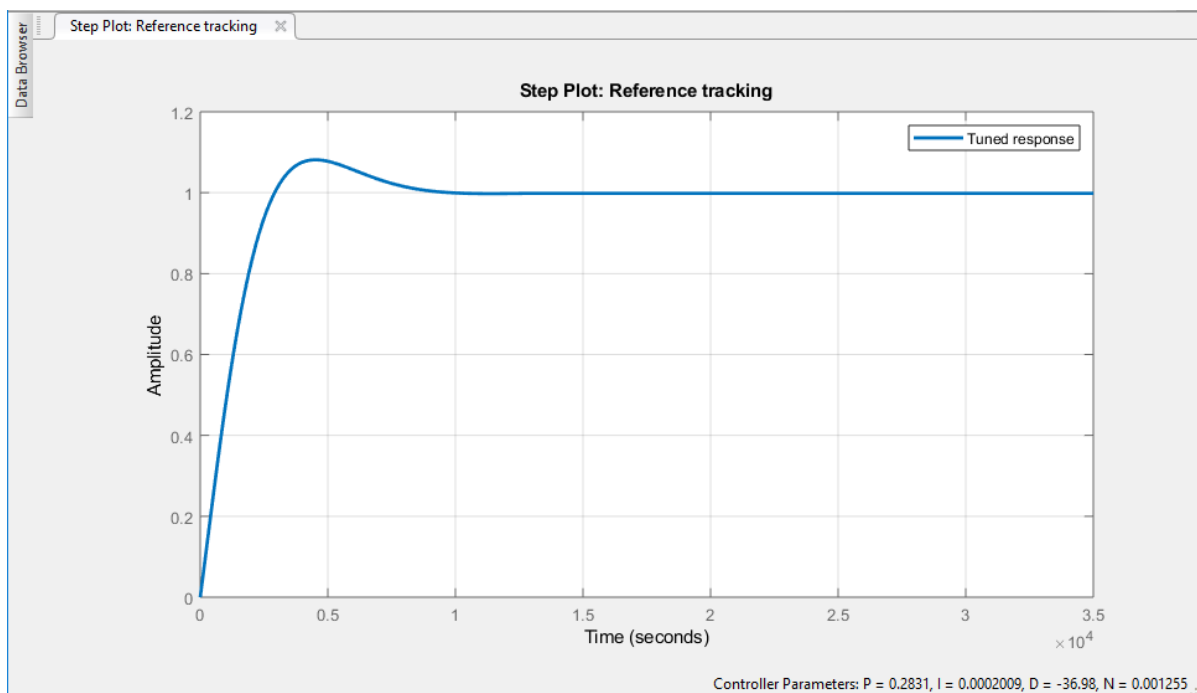


Рис. 3.7. Перехідна характеристика трубчастої печі

Таблиця 3.1. Критерії якості керування

Критерій	Значення ПІД-регулятора
Перерегулювання	2 %
e_{\max}	3
T_{\max}	7670 с
Час встановлення T_s	2110 с

Як висновок важливо зазначити, що розроблений контур з ПІД-контролером буде порівнюватися з контуром на основі нечіткої логіки.

3.4. Обґрунтування та типові сценарії використання нечіткої логіки в системах керування.

Під нечіткими системами автоматичного управління розуміються системи управління, що містять структурно блоки нечіткого логічного висновку. Зазначені блоки представляють собою нелінійні ланки, оператори яких

визначається базою знань, що складається з нечітких продукційних правил, і використанням алгоритмом нечіткого логічного висновку.

Аналіз останніх публікацій показав, що використання нечітких регуляторів дозволяє зменшити час перехідного процесу, знизити величину перерегулювань та скоротити число коливань [16, 17].

Серед причин поширення Fuzzy-управління в сучасній література також виділяють наступні [17]:

- 1) можливість синтезу систем управління в умовах невизначеності, коли про об'єкт управління і необхідному управлінні є інформація лише якісного характеру;
- 2) особливі властивості систем керування з нечіткою логікою, зокрема, мала чутливість до зміни параметрів об'єкта управління;
- 3) синтез систем управління складними об'єктами з застосуванням методів нечіткої логіки найчастіше менш трудомісткий, ніж традиційних систем управління;
- 4) лінгвістична форма завдання інформації є достатньо простою для інтерпретації.

Нечітка логіка в регуляторах використовується переважно двома шляхами:

1. для побудови самого регулятора
2. для організації підстроювання коефіцієнтів регулятора.

Для побудови нечітких регуляторів зазвичай використовують П, І, ПІ, ПД і ПІД-закони регулювання. Детальніше побудова нечіткого регулятора розглянута нижче – на рис. 3.8. наведена структура нечіткого ПІ-регулятора.

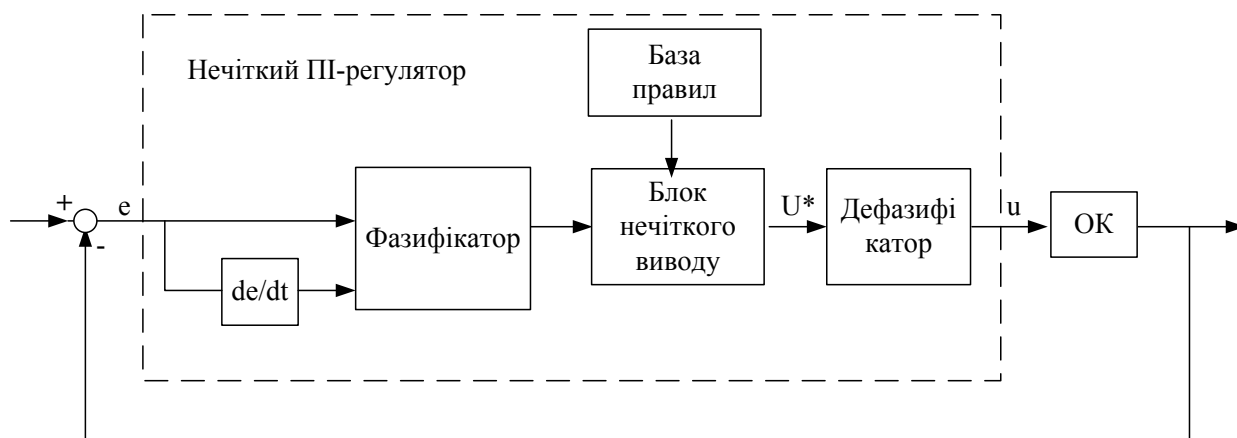


Рис. 3.8. Структура нечіткого ПІ-регулятора

Лінійний ПІ-регулятор можна замінити близьким по стратегії нечітким fuzzy-регулятором [6]. Закон регулювання буде мати наступний вигляд:

$$\frac{dy(t)}{dt} = k * \frac{d\varepsilon(t)}{dt} + \frac{1}{T} * \varepsilon(t)$$

Чи в різницевій формі:

$$\Delta y(k) = y(k) - y(k-1) = KD * \Delta \varepsilon(k) + \frac{\Delta y}{T} * \varepsilon(k)$$

Таким чином може бути створений fuzzy-регулятор, який синтезує нелінійний закон еквівалентним в певному сенсі ПІ-закону:

$$\Delta y(k) = F[\Delta \varepsilon(k), \varepsilon(k)]$$

На вхід регулятора надходить помилка і обчислюється її похідна за часом. Далі обидві величини спочатку піддаються операції фазифікації (перетворення в нечіткі змінні), потім отримані нечіткі змінні використовуються в блоці нечіткого логічного висновку для отримання керуючого впливу на об'єкт, яке після виконання операції дефазифікації (зворотного перетворення нечітких змінних в чіткі) надходить на вихід регулятора у вигляді керуючого впливу Δy . Блок логічного висновку формується на основі правил, створених згідно відповідей експерта.

Слід зазначити, що у випадках, коли інформації достатньо для отримання точної математичної моделі об'єкта, традиційний регулятор завжди буде краще

нечіткого тому, що при синтезі нечіткого регулятора вихідні дані задані наближено.

3.5. Розрахунок та дослідження системи керування температурним режимом у трубчастій печі з нечіткими регуляторами по відхиленню

Для формування нечіткої моделі, лінійний неперервний ПІД-регулятор можна замінити близьким по стратегії нечітким fuzzy-регулятором, з бібліотеки Simulink, який синтезує нелінійний закон еквівалентним в певному сенсі ПІД-закону [15].

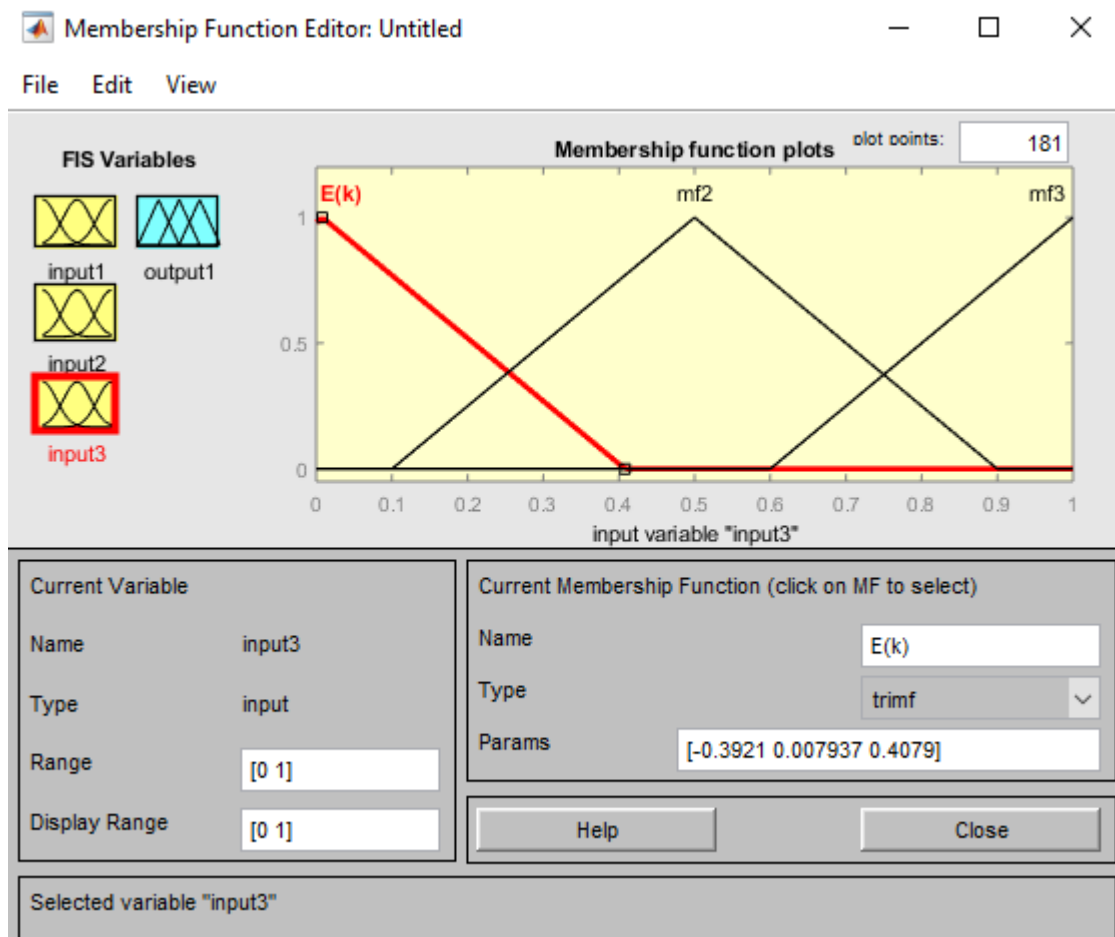
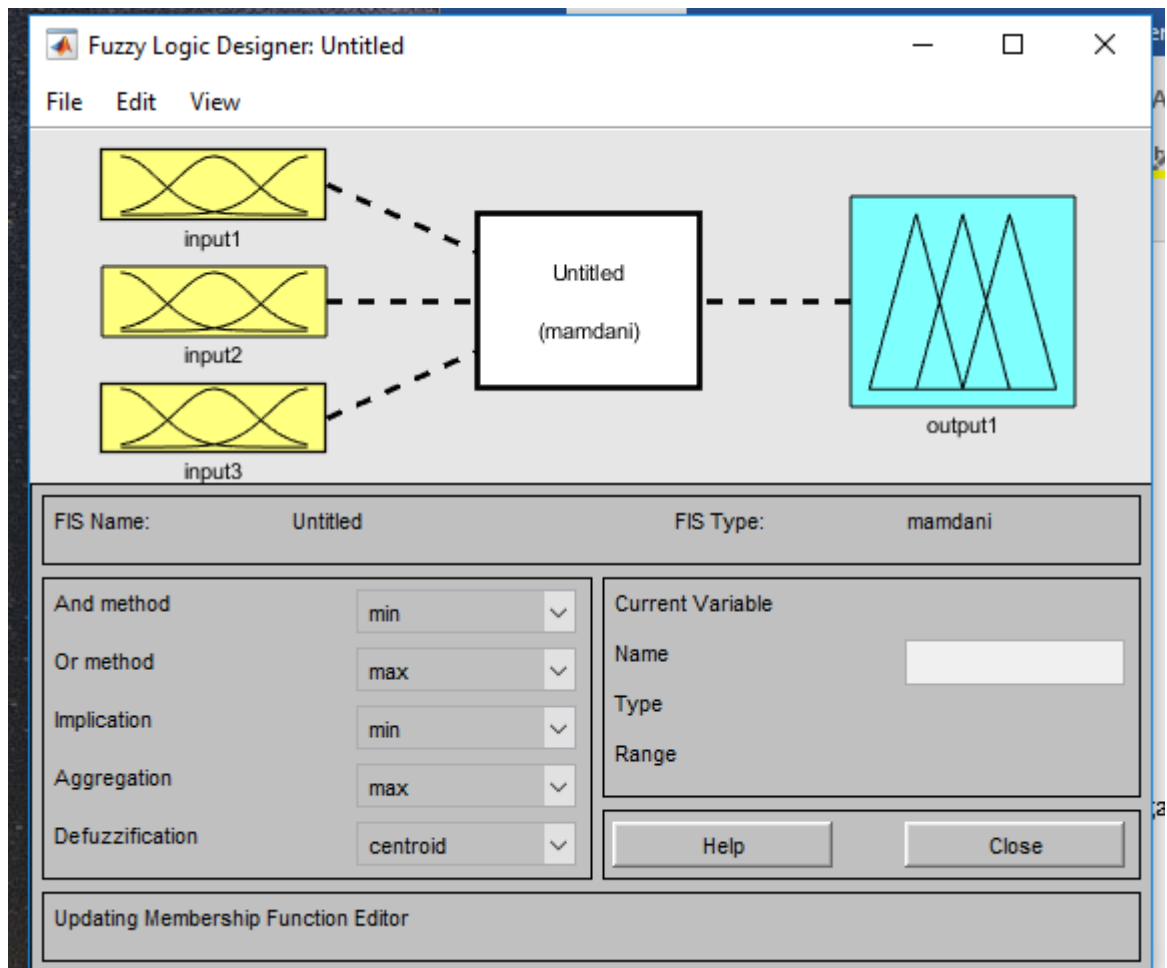
На вхід нечіткого регулятора надходить помилка $\varepsilon(k)$, її обчислена похідна за часом $\Delta\varepsilon(k)$ та інтеграл помилки. Далі величини спочатку піддаються операції фазифікації (перетворення в нечіткі змінні), потім отримані нечіткі змінні використовуються в блоці нечіткого логічного висновку для отримання керуючого впливу на об'єкт, який після виконання операції дефазифікації (зворотного перетворення нечітких змінних в чіткі) надходить на вихід регулятора у вигляді керуючого впливу $\Delta y(k)$.

Для реалізації наведеного вище алгоритму нечіткого моделювання в середовищі Simulink призначений спеціальний пакет розширення Fuzzy Logic Toolbox. В Редакторі системи (Fuzzy Inference System Editor) обираємо тип системи – Мамдані, задаємо три входи $\varepsilon(k)$, $\Delta\varepsilon(k)$ $\text{integrale}\varepsilon(k)$, та вихід $\Delta y(k)$.

Далі відбувається етап фазифікації вхідних та вихідних лінгвістичних змінних. Результат наведений на рис. 3.16.

Для застосування методів нечіткої логіки насамперед необхідно перетворити звичайні чіткі змінні в нечіткі. Процес такого перетворення називається фазифікації. Він ілюструється на рисунках 3.10...3.13. Діапазон зміни величини розбивається на підмножини, в межах кожного з яких будується функція приналежності змінної кожному з множин.

На рисунках 3.10...3.13 функції належності мають трикутну форму, хоча в загальному випадку вони можуть бути будь-якими, виходячи зі змісту розв'язуваної задачі. Кількість множин (термів) також може бути довільним.



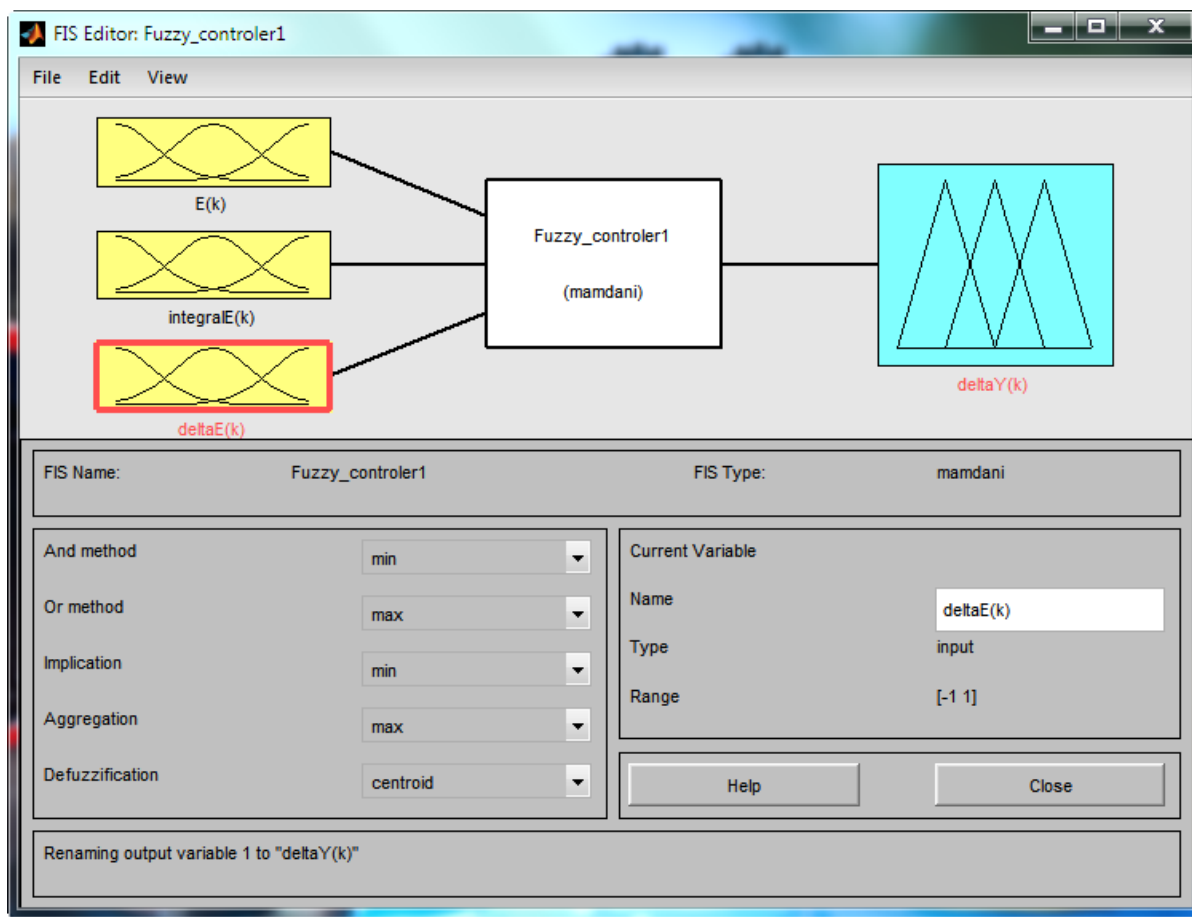


Рис. 3.9. Створення нечіткого регулятора в пакеті Fuzzi Logic Toolbox

У вікні Редактора функцій належності (Membership Function Editor) для кожної терми формуємо функції належності. Було сформовано по 3 терми для вхідних нечітких змінних та 7 термів для вихідної нечіткої змінної.

Функції належності для кожної лінгвістичної змінної наведені на рисунках нижче.

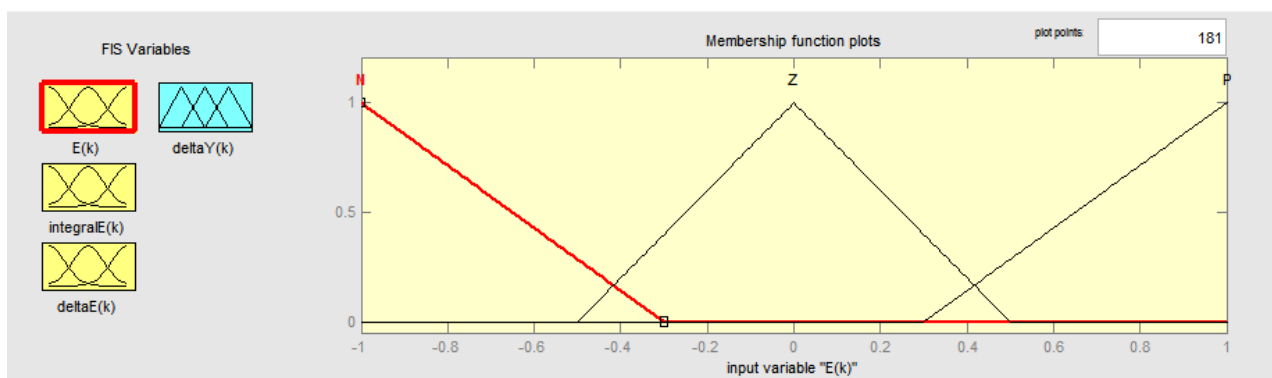


Рис. 3.10. Графіки функцій належності змінної – Помилка на вході нечіткого регулятора

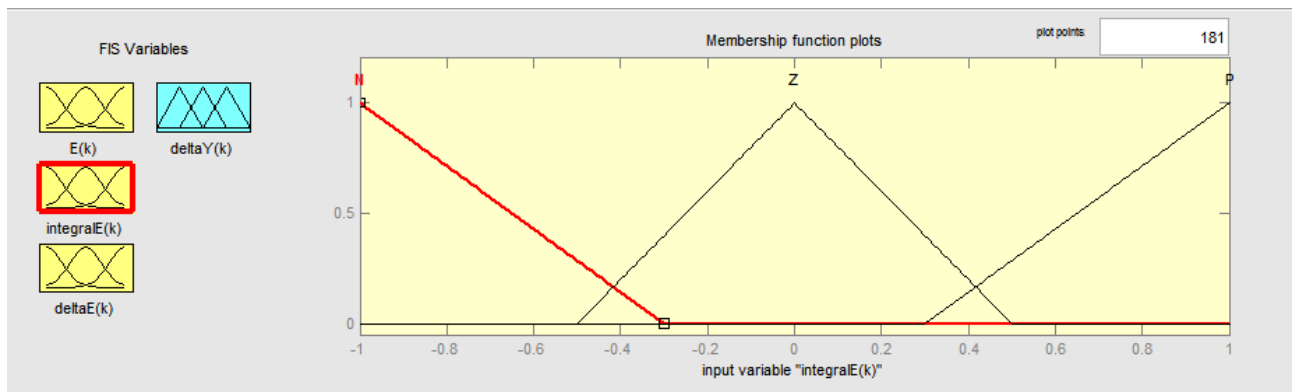


Рис. 3.11. Графіки функцій належності змінної – Інтеграл помилки
 $\text{Integrale}(k)$

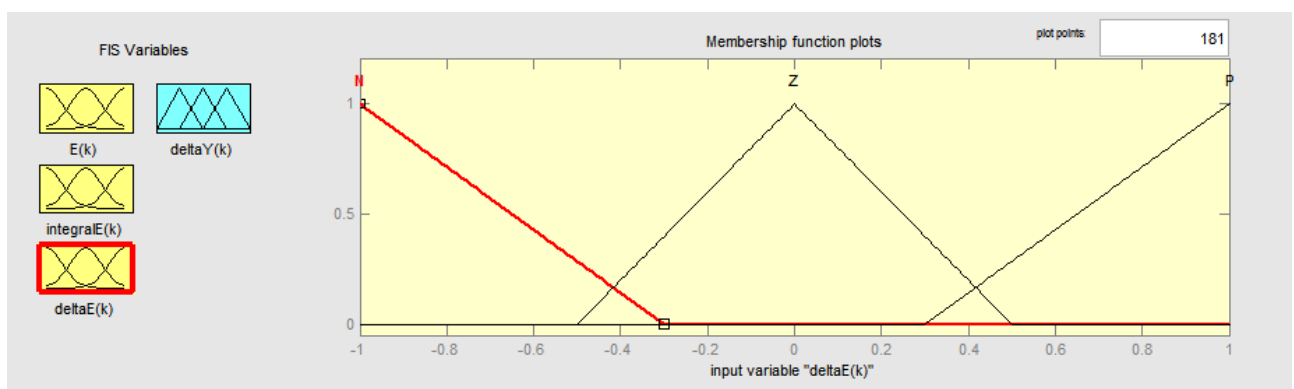


Рис. 3.12. Графіки функцій належності змінної – Похідна за часом
 $\Delta \epsilon(k)$

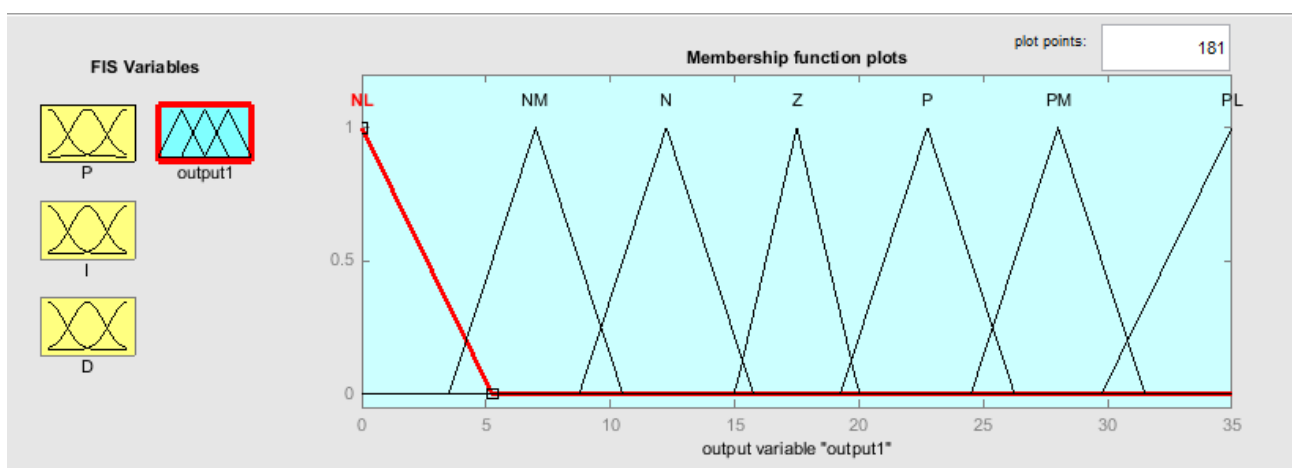


Рис. 3.13. Графіки функцій належності змінної – Керуюча дія $\Delta u(k)$

Розглядаємо такі лінгвістичні змінні:

Помилка на вході нечіткого регулятора $\epsilon(k)$ – «Негативна», «Нульова», «Позитивна».

Похідна за часом $\Delta\varepsilon(k)$ – «Негативна», «Нульова», «Позитивна».

Інтеграл помилки $\text{Integral}\Delta\varepsilon(k)$ – «Негативний», «Нульовий», «Позитивний».

Приріст величини керуючої дії $\Delta y(k)$ – «Великий негативний», «Середній негативний», «Негативний», «Нульовий», «Позитивний», «Середній позитивний», «Великий позитивний».

Для виконання функції регулювання над нечіткими змінними повинні бути виконані операції, побудовані на підставі висловлювань оператора, сформульованих у вигляді нечітких правил. Створення правил відбувалося на основі емпіричного досвіду у роботі із схемою та моделюванню її при різних варіаціях, дипломного проекту бакалавра, опису технології процесу та аналізу літератури. Формування бази правил нечіткого регулятора відбувається у вікні Edit Rules.

Правила наведені нижче:

1. Якщо $\varepsilon(k) = N$ і $\text{Integral}\Delta\varepsilon(k) = N$, то $\Delta y(k) = NL$.
2. Якщо $\varepsilon(k) = N$ і $\text{Integral}\Delta\varepsilon(k) = Z$, то $\Delta y(k) = NM$.
3. Якщо $\varepsilon(k) = N$ і $\text{Integral}\Delta\varepsilon(k) = P$, то $\Delta y(k) = Z$.
4. Якщо $\varepsilon(k) = Z$ і $\text{Integral}\Delta\varepsilon(k) = N$, то $\Delta y(k) = NM$.
5. Якщо $\varepsilon(k) = Z$ і $\text{Integral}\Delta\varepsilon(k) = Z$, то $\Delta y(k) = Z$.
6. Якщо $\varepsilon(k) = Z$ і $\text{Integral}\Delta\varepsilon(k) = P$, то $\Delta y(k) = PM$.
7. Якщо $\varepsilon(k) = P$ і $\text{Integral}\Delta\varepsilon(k) = N$, то $\Delta y(k) = Z$.
8. Якщо $\varepsilon(k) = P$ і $\text{Integral}\Delta\varepsilon(k) = Z$, то $\Delta y(k) = PM$.
9. Якщо $\varepsilon(k) = P$ і $\text{Integral}\Delta\varepsilon(k) = P$, то $\Delta y(k) = PL$.
10. Якщо $\Delta\varepsilon(k) = N$, то $\Delta y(k) = N$.
11. Якщо $\Delta\varepsilon(k) = Z$, то $\Delta y(k) = Z$.
12. Якщо $\Delta\varepsilon(k) = P$, то $\Delta y(k) = P$.

Розроблені правила заносяться через редактор правил (рис. 3.14).

Також виводимо вікно перегляду результатів використання правил продукції (рис. 3.15).

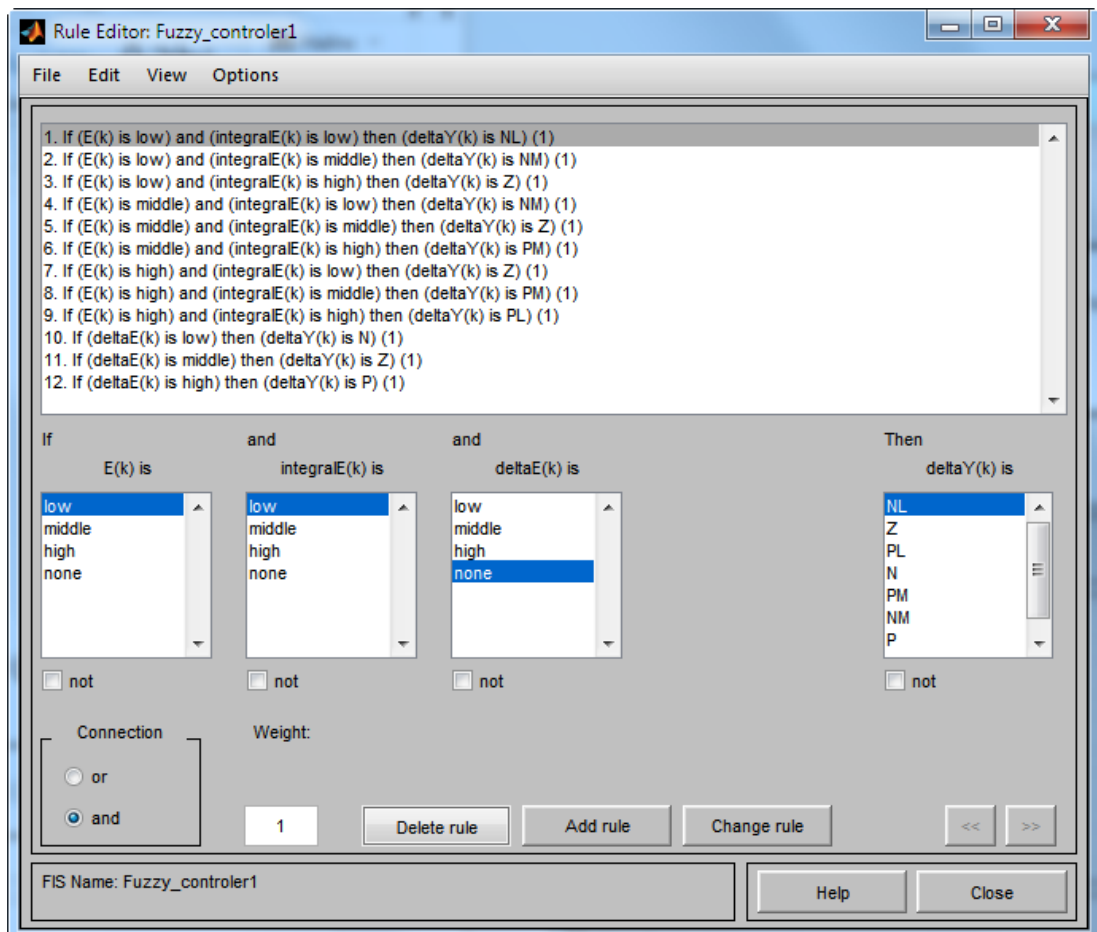


Рис. 3.14. Вікно редактора правил продукції після їх визначення

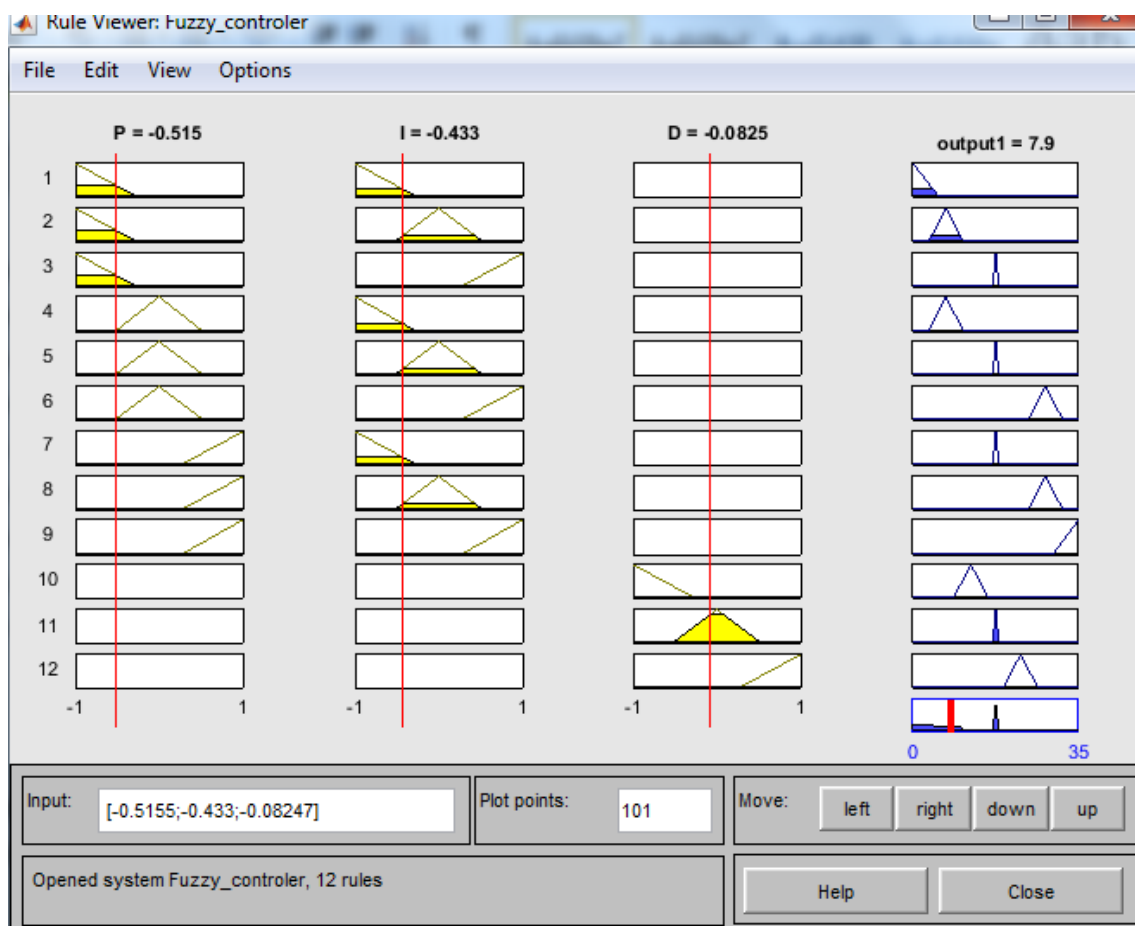
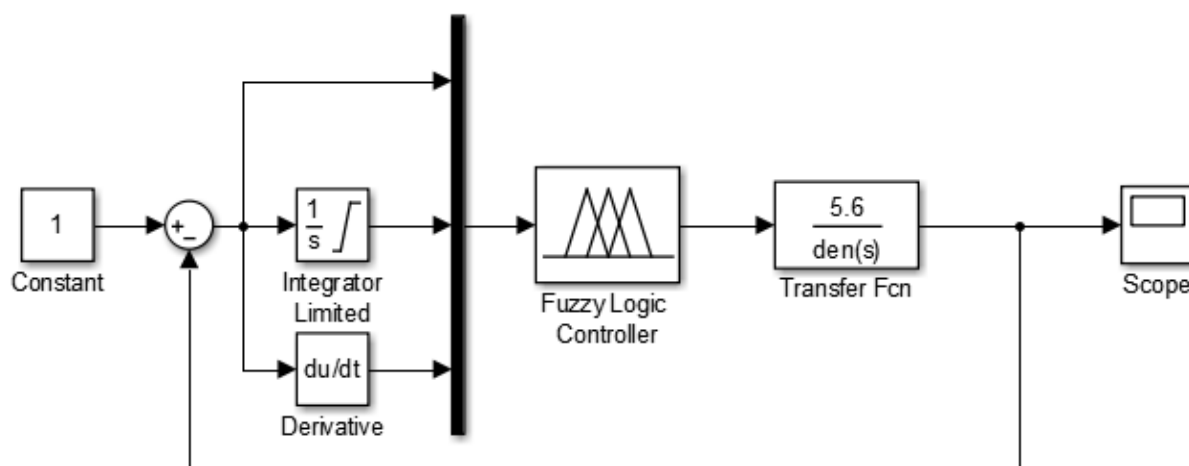
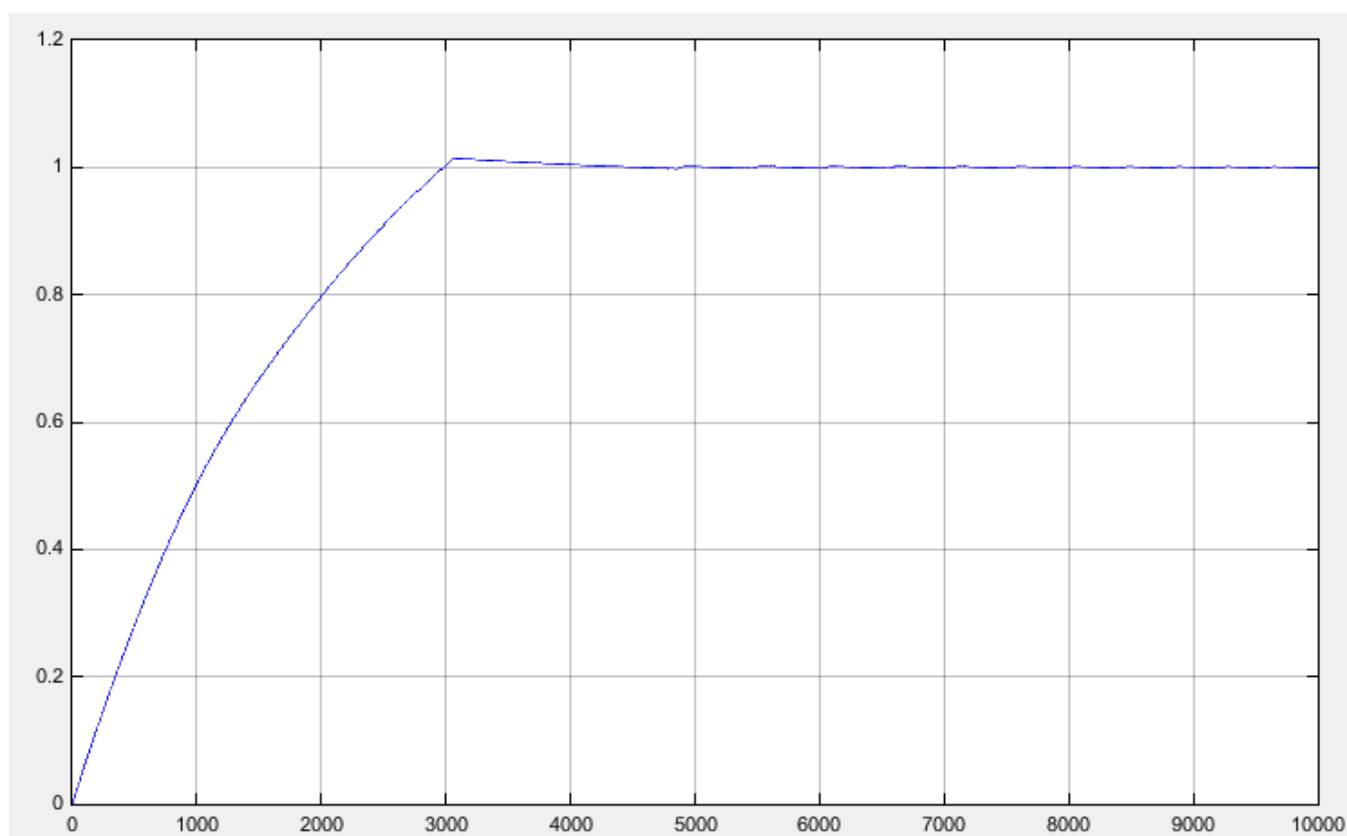


Рис. 3.15. Результат використання правил продукції

Для аналізу якості перехідних процесів було проведено комп'ютерне моделювання нечіткого ПД-регулятора. Для створення нечіткої АСР у робочому полі Simulink підключаємо нечітку модель до системи, вказавши у вікні параметрів блоку fuzzy-регулятора ім'я файлу (fuzzy-controller) та на наступному етапі проводиться комп'ютерне випробування нечіткої моделі. Побудований контур наведена на рисунку 3.16 а), а графіки перехідних процесів – на рисунку 3.16 б).



а)



б)

Рис. 3.16. а) Схема АСР с fuzzy-регулятором в Simulink; б) Графік перехідного процесу.

Згідно графіків перехідних процесів АСР с fuzzy-регулятором можна визначити критерії якості:

Таблиця 3.2 Критерії якості керування

Критерій	Значення <i>Fuzzy</i> -регулятора
Перерегулювання	1 %
e_{max}	1,01
T_{max}	3010 с
Час встановлення T_s	4000 с

4. СТВОРЕННЯ СТАРТАП ПРОЕКТУ

4.1. Опис ідеї стартап-проекту

Facing Mt. Kenya Mart – компанія, що надає жителям, відвідувачам та пасажиром округу Нері зручні пункти та бензин за конкурентними цінами. Політика компанії твердо підтримує доставку якісної продукції та чудового обслуговування клієнтів, прагнучи досягти максимальної прибутковості.

Facing Mt. Kenya Mart (Товариство з обмеженою відповідальністю) вимагає 1 00 000 доларів США на ремонт та експлуатацію повного сервісного магазину в місті Нері, Кенія. Моя сім'я буде вводити \$ 30 000. Бізнес буде працювати як товариство з обмеженою відповідальністю (*LLC*), а також пропонувати продукти харчування, побутові, фармацевтичні та новинки, а також працювати на снєк-барі та паливному острові.

Широка первинна і третя сторона дослідження показують, що, враховуючи сезонний характер цієї географічної області, *Facing Mt. Kenya Mart* база житлових клієнтів, буде мати цільовою аудиторію – зимових туристів, які приїдуть до міста, щоб відвідати Національний парк Кенії та Національний парк Абердарес, а також, з метою мисливства.

Facing Mt. Kenya Mart буде розміщене біля шосе та маркетингова кампанія на рекламних щитах залучить прибічників до цієї економічної зони, що швидко розвивається. Пряма конкуренція буде стикатися з великими автозаправними станціями в Кенії, такими як станції "*Oil Libya* ", "Загальні" автозаправні станції, станції "*Kobil*" та "*Caltex*" .

Очікується, що успіх бізнесу буде закріплено, пропонуючи товари і послуги, недоступні в інших *Marts* АЗС в графстві Нері: новизна туристичних пунктів, фармацевтичних препаратів, а також знижки для осіб старшого віку. Моя сім'я, мої власні можливості та готовність інвестувати значні кошти у започаткування цього бізнесу ще більше посилюються через відсутність

особистої фінансової залежності від прибутку від бізнесу в перші роки свого існування.

4.2. Фінансовий огляд

Огляд цієї фінансової пропозиції показує *Facing Mt. Kenya Mart*, що це має бути здорова інвестиція з низьким рівнем ризику. Потік грошових коштів більш ніж достатній для обслуговування, а рівень прибутку краще, ніж стандартні варіанти.

Коефіцієнт кредиту до власного капіталу є достовірним на рівні 2,33: 1 і відображає мою особисту прихильність до бізнесу. Ризик банку буде обмежений заставною вартістю в 1,21 рази суми кредиту та кредиту, наданого гарантією *SBA (Small Business Administration)*.

4.3. Опис проекту спільного підприємства.

Facing Mt. Kenya Mart буде власником і оператором єдиного власника (я, Саймон і моя дружина Селіна). Бізнес буде працювати як корпорація з обмеженою відповідальністю (*LLC*), і буде пропонувати продукти харчування, побутові, фармацевтичні та новинки, а також працювати на снєк-барі та паливному острові.

Я, Саймон, працював у магазинах протягом п'яти років між 2004-2009 роками, а також працював маркетингологом для різних компаній, тому досвід ведення таких проектів маю.

Після аналізу спільноти під час мого проживання в Ньєрі Каунті, я вирішив взяти покинуту заправну станцію і відремонтувати її, щоб мати можливість надавати повний спектр послуг: магазин харчування для місцевих жителів, приміської зони, мисливців і туристів.

4.4. Продукти та послуги

Facing Mt. Kenya Mart забезпечить мешканців масою набагато необхідних продуктів та послуг. У розділі "Бакалійна" будуть представлені консервовані

соки, фрукти та овочі, продукти для собак, дитяче харчування, чіпси та інші різні товари для зберігання сухих продуктів.

Сигарети, пиво, публікування і закуски будуть доповнювати розділ бакалії. Розділ "Заморожений" включатиме морозиво, молочні продукти та охолоджене вино. Фармацевтичні препарати, такі як продукти першої допомоги, підгузники, холодні ліки без рецепта та мазі, колготки, іграшки та інші суміжні продукти, включатимуть розділ "Особистий виріб".

Розділ 'Home' і 'Auto' включатиме інсектициди, миючі засоби, паперові продукти та невеликі автомобільні матеріали, такі як масло, рідина для транспортування, запобіжники та воронки. Снек-бар (попкорн, гарячі горішки, предмети гастрономи та свіжі продукти) та *Fuel Island* стануть додатковими зручностями для клієнтів, які справді стануть для *Facing Mt. Kenya Mart* - цілісним сервісним магазином.

Facing Mt. Kenya Mart буде зосереджена на реалізації більш широкого спектру продуктів, ніж конкуренти, і запропонує їх за конкурентними цінами. Площа приміщень, більша за конкурентів, ефективне зберігання рекламних ресурсів та креативні дисплеї дозволять *Facing Mt. Kenya Mart* забезпечити товари, недоступні на місцевому ринку.

4.5. Основні сильні сторони та виклики

Місто Ньєрі, буде розташований магазин, з населенням 200, 000, що не буде мати постійного напливу і часто буде мати «сухий сезон». Тим не менш, дуже помітне, доступне розташування допоможе *Facing Mt. Kenya Mart* виходить на ринок і отримує великі прибутки під час святкових сезонів, таких як грудень, коли люди багато подорожують на різдвяні та пасхальні свята в різних частинах країни, і особливо в національних парках, таких як *Aberdares i Mt.* Національний парк Кенії. *Facing Mt. Kenya Mart* магазини стратегічно розташовані в цих місцях і будуть дуже корисні.

4.6. Стратегічні цілі та цілі

1. Збільшити продажі в розмірі 10 % на рік, щоб досягти рівня 250 000 до 2 в рік.
2. Я підвищую загальну маржу на 2 % на рік до рівня 35% (з 26 %) за точну ціну продуктів і підтримую цей рівень.
3. Додаю продукти та послуги для задоволення ринкового попиту, знову ж таки на рівні 35 % або вище.
4. Поліпшити товарообіг до 15 % за галузевими стандартами; зменшити вартість проданих товарів.

4.7. Місцезнаходження

Kenyatta Road розташована в стратегічному розташуванні між готелі *The Green Hills* та *The White Rhino* в Ньєрі, Кенія.

Це гарне місце, адже туристи завжди можуть заскочити на заправку, залишаючи свої готельні номери, щоб піти на їх щоденні експедиції.

Тут є фермерські ринки, і люди з усього регіону приходять, щоб торгувати своїми продуктами тут і отримати свої наповнення газів протягом цих періодів.

4.8. Працівники

Facing Mt. Kenya Mart будуть управляти і працювати я, Симоном, і моя дружина Селіна. Я буду обробляти щоденні операції магазину та обслуговування клієнтів, тоді як Селіна буде обробляти касу, вести фінансові документи, купувати та продавати.

Ми наймемо трьох людей, які допоможуть у складанні та щоденному обслуговуванні. Працівники, які працюють неповний робочий день, дозволять збільшити обсяг продажів під час туристичного та мисливського сезону.

4.9. Постачальники

Продовольчі товари будуть закуплятися у *Nyeri Farmers Market* і від різних оптових покупців у місті.

Нафтопродукти будуть придбані у *Total Oil Company*. Інші витрати або покупки будуть оброблятися, якщо вони трапляються, і від відповідних постачальників.

4.10. Тенденції розвитку промисловості

Популярність зручних магазинів триває, оскільки люди стають більш орієнтованими на роботу, створюючи менший час для побутових покупок.

За даними Асоціації роздрібної торгівлі у Кенії, загальноприйняті магазини продають від 1500 до 3000 найменувань, у порівнянні з 7000 або більше в супермаркетах. Найближчий супермаркет знаходиться в місті Каратіні 21 км від Ньєрі .

Facing Mt. Kenya Mart матиме широкий спектр товарів і послуг у магазинах, що дозволить клієнтам швидко задовольнити потреби в одному місці без необхідності їхати в Найробі. Взяти до уваги приблизно 71 200 зручних магазинів, з яких ще 1000 встановлюються щороку в передмістях та концентрованих міських районах.

4.11. Опис загального ринку

Місто Ньєрі ізольовано від інших житлових районів в Ньєрі Округу, а також під час пікових походів і туристичних місяців з червня по лютий. Дорога *Nyeri-Nyahururu* є основною магістраллю до *Aberdares* і пропонує значний вторинний цільовий ринок для *Facing Mt. Kenya Mart* від мандрівників, які їдуть до міста, що потребують газу, їжі та інших послуг.

Facing Mt. Kenya Mart - єдиний магазин, розташований вздовж магістралі, що надає їм велику потенційну частку вторинного ринку. Потенціал зростання для *Facing Mt. Kenya Mart* є високим. Чисельність населення Ньєрі постійно збільшується протягом останніх десяти років, а кількість підприємств у місті зросла на 30% протягом цього періоду.

Місто Ньєрі знаходиться в одній з найбільш економічно стабільних районів Центральної Кенії. Він відомий спокійною громадою, що складається з переважно середніх сімей.

Цей образ на батьківщині зробило місто Ньєрі апельсиновими для туристів-сафарі як тимчасовий дім. *Facing Mt. Kenya Mart* є єдиним магазином у районі продажу продуктів харчування, предметів домашнього вжитку та газу, ми очікуємо, що досягають 80% цього первинного ринку жителів за рік.

Мешканці міста Ньєрі висловили потребу у повному сервісному магазині, наприклад, *Facing Mt. Kenya Mart*, а спеціальні акції та заохочення від великого відкриття забезпечать достатню залученість споживачам першого разу.

Швидкий, дружній сервіс створить лояльність клієнтів і повторні покупки. *Facing Mt. Kenya Mart* також пропонує щотижневі спеціальні пропозиції, домашні новинки та знижки для старших громадян для підтримки частки ринку. *Facing Mt. Kenya Mart* подасть заявку, щоб стати дистриб'ютором квитків на *Nyeri Lottery*. Швидкий Март сподівається розширити свій ринок через збільшення населення.

4.12. Ринковий аналіз

Поточний ринковий попит був задокументовано через дослідження ринку, яке я зробив з дружиною.

Дослідження показують, 42% всіх жителів міста Ньєрі в даний час придбання «спеціальності» пунктів в місті Найробі, які будуть надані Облицювальні *Facing Mt. Kenya Mart*.

Майже 63 % жителів зараз купують "необхідні" предмети з Найробі міських магазинів. Проте 58 % тих, хто купує товари, висловили невдоволення великою відстані та ціною.

Відповідаючи на питання про необхідність місцевому магазину в місті Ньєрі, 82% респондентів вказали на «Так». Також дослідження показує, що 57% жителів Ньєрі їздять в Найробі для роботи на щоденній основі.

Решта 33 % подорожують до Найробі один раз на п'ять днів, збільшуючи необхідність поповнення предметів та придбання бензину у магазині, розташованому в Ньєрі.

4.13. Профіль клієнта

Є три основні групи клієнтів:

- (1) Це тимчасові мисливці, які шукають найважливіших предметів цієї хвилини, таких як пиво, хліб та продукти харчування, вартість яких не є головним питанням;
- (2) Юнаки, які люблять гоночні автомобілі в абердарних діапазонах.
- (3) Зайняті працівники повного робочого віку у віці 20-50 років, зупиняючись до роботи чи після роботи для покупки газованої води, молока, хліба та яєць.
- (4) Старші громадяни, які ще шукають зручності, відносно чутливі до ціни.

4.14. Конкуренція

Головний конкурент *Facing Mt. Kenya Mart* - це *Total, Kobil* і подібних заправних станцій та місцевих супермаркетів, розташованих у місті Ньєрі.

Facing Mt. Kenya Mart матиме зручне розташування, що призведе до залучення трафіку з шосе на додаток до місцевих жителів. Інший конкурент – *Store* має мало можливостей для залучення нових клієнтів у зв'язку з не надто вдалим розташуванням.

Facing Mt. Kenya Mart планує рекламувати товар і магазин, щоб стимулювати продажі, чого іншим магазинам не вистачає.

Всі товари будуть придбані у місцевих оптовиків у Ньєрі та перепродані на 28 % прибутку.

Розширення магазину кредит місцевих клієнтів було розглянуто, але після того, як спостереження за проблемами інших магазинів з цією практикою мала негативні наслідки, тому ця ідея була відхилена.

Магазин прийматиме готівку, місцеві особисті чеки та основні кредитні картки.

Непряма конкуренція є в сусідньому місці Катаріна, з двома зручними магазинами, що обслуговують люкс-послуги, на відстані 14 миль, сподівається, що *Facing Mt. Kenya Mart* захопить меценатів, які не хочуть подорожувати на великі відстані для покупок.

Facing Mt. Kenya Mart не очікує істотного впливу на частку ринку великих продуктових магазинів.

4.15. Конкурентну перевагу

Facing Mt. Kenya Mart бажає встановити прецедент в місті Ньєрі як повноцінний сервісний зручний магазин з економічним іміджем, пропонуючи широкий спектр продуктів і послуг за конкурентними цінами в одному місці.

Потреба, виражена мешканцями в поєднанні з послідовною популярністю зручних магазинів, передбачає сприятливий бізнес-клімат для *Facing Mt. Kenya Mart*.

Однією з галузей потенційної рентабельності є новинки. Любителі сафарі часто купують подарунки для друзів та родичів.

4.16. Стратегія

Як це характерно для галузі, *Facing Mt. Kenya Mart* матиме 10 % надбавку на бензині, 30 % на всі основні товари, 40 % на предметів, що підлягають оподаткуванню, тоді як для інших виробів буде 55 % націнки .

Щотижневі спецпропозиції будуть запропоновані всім клієнтам *Facing Mt. Kenya Mart*.

Інші стимули до продажу будуть пропонуватися періодично.

Старші громадяни матимуть знижки на 5 %, котрі будуть доступні щоденно, і протягом туристичного сезону планується додаткова рекламна акція.

4.17. Години експлуатації

Facing Mt. Kenya Mart спробує створити образ економічного магазину з легкою доступністю та швидким обслуговуванням.

Він буде працювати сім днів на тиждень, за винятком основних канікул, як Різдво та Великдень.

Працюватиме з 6 ранку до 9 вечора з неділі до четверга та з 6 до 11 вечора в п'ятницю та суботу.

4.18. Рекламні зусилля

Рекламний план включає в себе багато різних типів засобів масової інформації. *Facing Mt. Kenya Mart* буде проводити рекламу місцевих газет, що включає тижневі спеціальні та купони в окрузі Нері. Також будуть висаджені рекламні щити уздовж доріг у радіусі 20 миль.

Ми будемо працювати з спеціалістом із маркетингу Центру розвитку малого бізнесу для розробки економічно ефективної рекламної кампанії для *Facing Mt. Kenya Mart*

Продажі в магазині стануть основним фактором у побудові повторюваного бізнесу.

Члени сім'ї та тимчасова допомога послідовно сприятимуть придбання додаткових предметів коли виникнуть такі можливості.

На місцевому телебаченні та радіостанціях буде піднято безкоштовне розміщення відеоролики.

Очікується, що прийом від місцевої громади буде залучено магазином на місцеві громадські та благодійні заходи.

4.19. Переваги проекту

Широкий вибір продуктів та послуг, доступних в одному місці, - це зручність, яку прагнуть жителі району, пасажери, мисливці та відвідувачі сафарі. Середній покупець відвідує зручний магазин чотири-сім разів на тиждень.

Конкурентоспроможні ціни, швидкий сервіс і дружній персонал зробить *Facing Mt. Kenia Mart* так, щоб клієнти почувалися добре при покупці у мережі магазину.

Тривалі години роботи магазину, ніж пропоновані конкурентами, доступ до шосе, велика парковка, чисті туалети та камера безпеки - це ще інші зручності клієнтів, які додадуть успіху *Facing Mt. Kenya Mart*.

Стартові витрати:

Будинок	40 000 доларів США
Земля	10 000 доларів США
Ремоделірованіє	15 000 доларів США
Світильники та обладнання	4000 доларів США
Меблі	500 доларів США
Зовнішній знак	800 доларів США
Інвентаризація	13 000 доларів США
Вклади	5000 доларів США
Асоціаційний внесок	100 доларів США
Реклама	900 дол
Ліцензія, Дозволи, Страхування	\$ 250
Управління / експлуатаційні витрати	100 доларів США
Позики	3 200 доларів США
Робочий капітал	13 000 доларів США

Джерело та використання фондів:

Опис	Кредит	Власник ін'єкцій	Всього
Інвентаризація	3000 доларів США	10 000 доларів США	13 000 доларів США
Меблі та обладнання	500 доларів США		500 доларів США
Земля	10 000 доларів США		10 000 доларів США
Будинок	40 000 доларівСША		40 000 доларів США
Ремоделірованіє	15 000 доларів США		15 000 доларів США
Вклади		5000 доларів США	5000 доларів США
Робочий капітал		13 000 доларів США	13 000 доларів США
Організаційні витрати		5000 доларів США	5000 доларів США
ВСЬОГО	68 500 дол	33 000 доларів США	101 500 доларів США

Список капіталового обладнання

ОПИС	МОДЕЛ Ь	COST FMV *	УМОВА	ПОСТАЧАЛЬНИ К
ОСНОВНІ КАПІТАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ				
Холодильник- сода	AX199	1650 доларів США	Новий	Акме обладнання
Холодильник- пиво	AX199	1650 доларі в США	Новий	Акме обладнання
Холодильник / морозильник	BX215	2,500	Ребуліт	Акме обладнання
Підписати		1,500	Новий	Letrero Sign Co
МІЖНАРОДНА КАПІТАЛЬНА МАШИНА				
Стелажі для зберігання сухих складів	Прохід 300	900 дол	Новий	Експертні дисплеї
Камера безпеки	ZZ23456	800	Новий	Live Eye, Inc.
Електронний касовий апарат	BL222	1000	Новий	NCR
Меблі		1000	Використовуєтьс я	Економна меблі
ЗАГАЛЬНИЙ КАПІТАЛЬНИ Й ОБЛАДНАННЯ		11 000 доларів		

4.20. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

Загальний обсяг продажу

Прогнозовані продажу \$ 50000 за перший рік роботи засновані на оцінці консервативної галузі.

Грошовий продаж

60% загального обсягу продажів

Продаж кредитної картки

40% загального обсягу продажів

Кредитний карт сервісні зарди

3 % обсягу продажів кредитних карток

Інвентарний маркув / вартість продовжжх товарів

Збільшення продажів на бензині становитиме 15%, на 35% - на всі основні товари та 45% - на товари, що підлягають оподаткуванню, тоді як фармацевтичні вироби мають 60% націнку . Для цієї проекції було використано 40% націнку .

Це дорівнює 71% вартості товарів, що продаються. Детальна прогнозування грошових потоків за категоріями продуктів доступна.

Збитки та способи їх уникнення

Виплачується працівникам, які працюють неповний робочий день, у піковий туристичний сезон.

Два співробітника приблизно 20 годин на тиждень з мінімальною заробітною платою.

Платіжні витрати

12,4% заробітної плати на основі інформації, отриманої від *Facing Mt. Kenya Mart* CPA (сертифікований державний бухгалтер) .

Послуги

Складається з адміністративних поставок, які будуть використовуватися у бізнесі, і припускається, що вона залишатиметься постійною на рівні 40 доларів

США щомісяця протягом міжсезоння та 50 доларів на місяць протягом пікового сезону.

Ремонт і обслуговування

Приблизно 60 доларів у піковий сезон і 40 доларів за несезон. Складається з віників, швабру та інших засобів для чищення та прибирання. Витрати на ремонт обладнання охоплені договорами по обслуговуванню, включеними в ціну закупівлі.

Рекламні витрати

Флаєри, оголошення в газеті та інші матеріали будуть потрібні регулярними інтервалами. Орієнтовна вартість становить 110 доларів на місяць протягом пікового сезону, знизившись до 30 доларів на місяць протягом позасезонного сезону. \$ 1800. вартість запуску включає в себе два рекламних щитів уздовж доріг.

Бухгалтерська і правова

Приблизно 600 доларів на рік для бухгалтерських послуг: складання фінансової звітності та податку на прибуток. Сума юридичних послуг на суму 575 доларів США за консультацію вже була сплачена за рахунок особистого рахунку пана та пані Сміта.

Телефон

Бізнес-лінія, яка буде встановлена в магазині, оцінюється в 80 доларів США на місяць. Не очікується, що дзвінки на міжміські перекази здійснюватимуться, оскільки дзвінки в Найробі все ще знаходяться в зоні загального користування.

Діловість

Включає електрику, воду та збирання сміття з більш високими показниками влітку завдяки підвищенню вимог до кондиціонування повітря.

Страховання магазину, тому він матиме відповідальність, вогонь і страхування від крадіжки. Страховання життя власників, як того вимагає позика, також буде оплачуватися магазином. Щомісячне страхування становить 125 доларів без першого внеску.

Витрати на сплату відсотків

Ці витрати змінюються щомісяця та ґрунтуються на амортизації кредиту у розмірі 140 000 дол. США на рівні 10,50% протягом 15 років.

ВИСНОВОК

Дана Дисертація присвячено автоматизації процесу риформінгу з рухомим шаром каталізатора.

У дипломному проекті було розроблено систему автоматизацій, що виконує необхідні задачі керування для цього виробництва, з використанням сучасних засобів автоматизації.

Також для трубчатої печі створено математичну модель і знайдено передатні функції по каналу керування та збурення.

Виконано налаштування ПІД-регулятора та Fuzzy-регулятора.

ЛІТЕРАТУРА

1. **С. А. Ахметов** Лекции по технологии глубокой переработки нефти в моторные топлива: Учебное пособие. — СПб.: Недра, 2007. — 312 с.,
2. **Кузнецов А.А.** и др. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности
3. **Шерешевский А.И.** «Химические товары справочник часть 1 часть 2 издание 2».
- 4 **Книгавко И.П.** «Физико-химические исследования и аналитический контроль в производстве неорганических веществ Т 42».
5. **Семке А.В.** «Автоматизация процессов содового производства».
6. **Б.Лич.** Катализ в промышленности. Том 1.. — Москва: Мир, 1986. — 324 с.
7. **Зеликин М.Б.** «Технология синтетических минеральных наполнителей адсорбентов и коагулянтов Т 21».
8. **Мартин Д.М.** «Производство и применение резинотехнических изделий».
9. **Іванов А.О.** Теорія автоматичного керування: Підручник. — Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. — 2003. — 250 с.
10. **Проць Я.І., Ляшук О.Л. Савків В.Б., Шкодзінський О.К.** Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. — Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулую, 2011. — 344с. — ISBN 978-966-305-038-6.
11. **Лукінюк М.В.** Технологічні вимірювання та прилади: Навч. посіб. для курс. проектування. — К.: «Поліпарнас», 2002. — 257 с.
12. **Папушин Ю.Л., Смирнов В.О., Білецький В.С.** Дослідження корисних копалин на збагачуваність (навчальний посібник). Донецьк: Східний видавничий дім, НТІШ-Донецьк — 2006. — 344 стор.
13. **Жидецький В.Ц.** Основи охорони праці [Текст]: підруч. / В.Ц. Жидецький. — 3-тє вид., перероб. і доп. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2006. — 336 с. — ISBN 966-8013-11-5.

14. **Коз'яков В. С.** Основы охраны труда: Учебник. 2-е издание, дополненное и переработанное. / К.Н. Ткачук, М.О. Халимовский, В.В. Зацарный, Д.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.И. Полукаров, В.С. Коз'яков, Л.О. Митюк. За ред. К.Н. Ткачука и М.О. Халимовского. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

15. **Леоненков А. Ю.** Нечеткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTech [Текст] / А. Ю. Леоненков – С.- Птб.: БХВ, 2003. – 720 с. – Библиогр.: с. 717–719. – 2000 экз. – ISBN 5-94157-087-2.

16. **Гостев В. И.** Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления [Текст] / В. И. Гостев. – К.: «Радиоаматор», 2008. – 972 с. – Библиогр.: с. 944–966. – 300 экз. – ISBN 978-966-96178-2-0

17. **Бабіченко А.К., Тушинський В.І., Михайлов В.С.** Промислові засоби автоматизації. Ч. 1. Вимірювальні пристрої / За заг. ред. Бабіченка А.К.: Навч. посібник. - Харків: НТУ "ХПГ", 2001 р. - 470 с.

18. **Остапенко Ю.О.** Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування: Підручник для студентів вищих закладів освіти, що навчаються за напрямом «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». – К.: Задруга, 1999. – 424 с.

19. **А.И. Емельянов, О.В. Капник.** «Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами», Москва «Энергия», 1974г.

20. **А.Г. Касаткин.** Основные процессы и аппараты химической технологии, 8 изд. – М., 1971 — 784 с.

21. **Л.Ф. Олбрайт, А.Р. Голдсби, В.Г. Липович, С.М. Зеньковский.** Алкилирование: Исследование и промышленное оформление процесса – М.: Химия, 1982. — 336 с.

22. **Ротач В.Я.** Теория автоматического управления — М.: Издательство МЭИ, 2004. — 400 с.

23. **Чорнобильський І.І.** Машины і апарати хімічних виробництв. М.:Машинобудування, 1975.

24. **Н.І. Гельперін.** Основні процеси і апарати хімічної технології. Книга 1 МОСКВА, ХІМІЯ, 1981р.